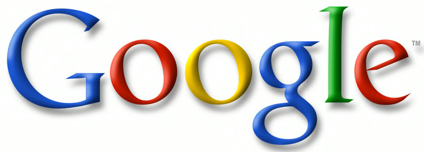
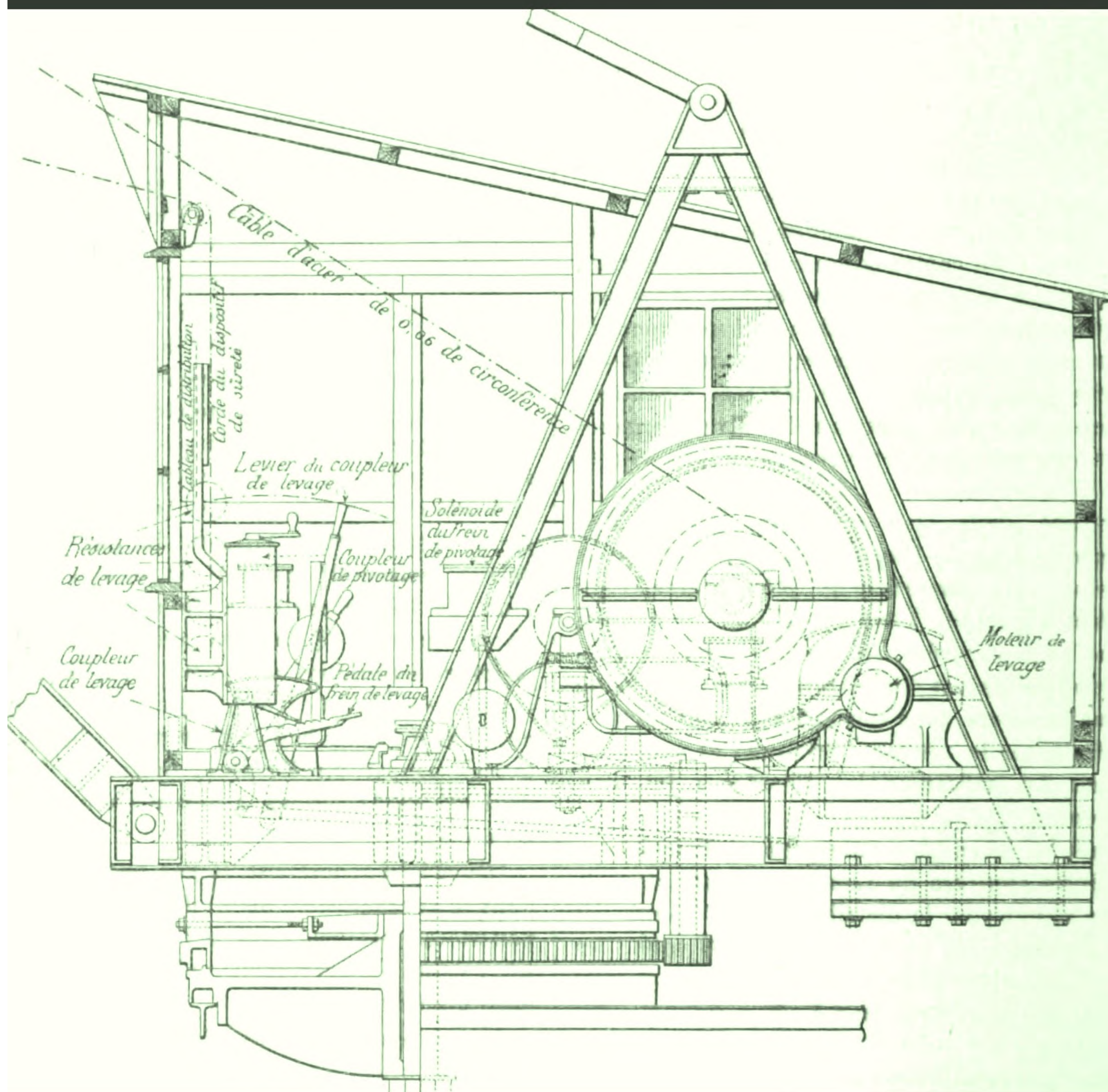




L'Electricien; revue internationale de l'électricité ...


VET TES EN
NOV TAM TVM
Dei
Sub Numine
Viget

2ᵉ Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 705 2 Juillet 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1ᵉʳ DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

Vᵛᵉ CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ET DE SES APPLICATIONS

VINGT-QUATRIÈME ANNÉE

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

DEUXIÈME SÉRIE

TOME VINGT-HUITIÈME

JUILLET — DÉCEMBRE 1904

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité
et de ses Applications

AMPÈREMÈTRES ET VOLTMÈTRES THERMIQUES

SYSTÈME J. CARPENTIER

Les visiteurs de la dernière exposition de la Société française de physique ont pu remarquer toute une série d'instruments thermiques exposés par M. J. Carpentier.

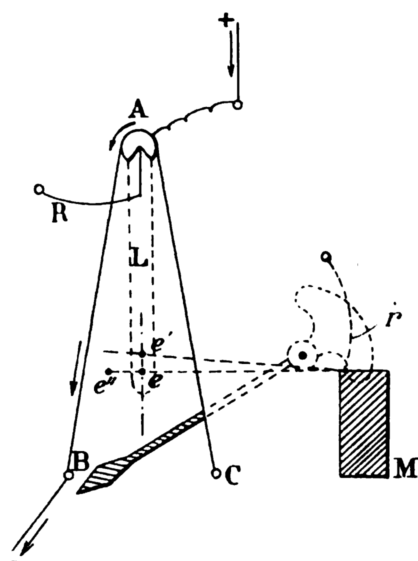


Fig. 1.

Nous nous proposons dans cet article de donner une description complète du dispositif réalisé. Ce dispositif utilise naturellement les effets de dilatation produits par l'action calorifique du courant, ce qui permet d'employer ces instruments aussi bien pour la mesure des courants alternatifs que pour celle des courants continus.

Dans ces instruments, le fil thermique A B (fig. 1), de 15 cm environ de longueur, est parcouru par le courant à mesurer et l'influence des variations de température ambiante est compensée par un fil identique A C, placé dans les mêmes conditions que le premier, mais qui n'est pas parcouru par le courant.

Les deux fils A B et A C sont attachés en B et en C à des bornes fixes et viennent s'enrouler en A sur un trébuchet cylindrique dont la figure 2 montre la section. Les fils sont toujours maintenus tendus par un ressort R muni à son extrémité libre de deux couteaux qui viennent appuyer dans le fond de la rainure du trébuchet, soutenant ainsi ce dernier dans l'espace. Afin d'amplifier le mouvement de rotation de ce trébuchet, il est muni d'un levier L en aluminium. Ce levier, par l'intermédiaire d'un fil flexible, commande une petite poulie fixée sur l'axe de l'aiguille indicatrice; le fil flexible est toujours maintenu tendu par un ressort r. Tel est le dispositif d'amplification.

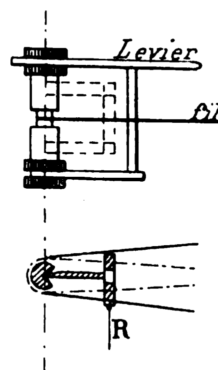


Fig. 2.

En ce qui concerne la compensation, le dispositif est le suivant : lorsque, par suite d'une variation de la température ambiante, le fil thermique A B s'allonge, le fil compensateur A C s'allonge de la même quantité et le déplacement correspondant du trébuchet est une translation s'effectuant dans le sens de la longueur du levier d'aluminium.

L'extrémité e de ce levier vient en e'. Le fil flexible commandant la poulie de l'aiguille remonte, mais il n'en résulte aucune rotation de la poulie et de l'aiguille, la translation étant très petite et perpendiculaire à la direction du fil flexible. L'appareil est donc compensé.

Lorsque le courant passe dans le fil actif, celui-ci s'allonge, tandis que la longueur du fil compensateur ne varie que d'une quantité correspondant à la variation de la température ambiante, variation très petite. Dans ces conditions, le trébuchet bascule : l'extrémité e du levier L vient en e'' et il en résulte un mouvement de rotation de la poulie, rotation portionnelle à ee'', c'est-à-dire sensiblement à l'angle dont on a tourné le trébuchet. On voit facilement que cet angle est à peu près proportionnel

à la différence d'allongement des deux fils et par conséquent varie à peu près comme le carré du courant à mesurer. La graduation de l'appareil n'est donc pas proportionnelle : elle suit une loi parabolique.

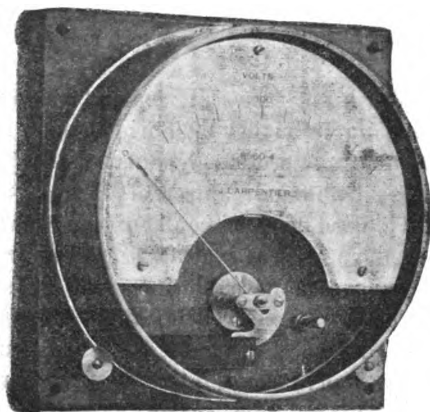


Fig. 3. — Voltmètre thermique J. Carpentier.

L'amortissement est obtenu par un secteur d'aluminium qui est fixé sur l'axe de l'aiguille et qui se déplace dans l'entrefer d'un aimant permanent M.

Les fils métalliques employés dans les voltmètres et les ampèremètres sont différents. Le fil des voltmètres est en platine-argent et a 0,06 mm de diamètre. Le fil des ampèremètres est en bronze spécial : son diamètre est de 0,1 mm. Le choix du fil est extrêmement important. En effet, en raison de l'amplification qui fait qu'une déviation de 90° correspond à une dilatation de l'ordre de 0,2 mm, la moindre variation dans la longueur du fil thermique se traduit par un déplacement du zéro de l'appareil. Il importe donc que le fil soit parfaitement élastique pour réduire au minimum l'allongement permanent produit par la tension à laquelle il est soumis. Il est aussi essentiel qu'aux températures auxquelles il est porté, lors du maximum de déviation, il conserve suffisamment ses propriétés élastiques pour que le retour au zéro s'effectue rapidement et dans de bonnes conditions.

La consommation d'énergie dans les appareils thermiques est nécessairement assez élevée si l'on veut que les conditions de fonctionnement soient satisfaisantes. Pour réduire cette consommation d'énergie dans les voltmètres, étant donné qu'on ne peut amplifier les mouvements au delà d'une certaine limite si l'on veut éviter de sérieuses difficultés au point de vue de l'étalonnage, on est amené à prendre du fil aussi fin que possible ; mais encore faut-il que la solidité de l'appareil n'en soit pas compromise. Pour les ampèremètres il est utile que le fil thermique présente une faible résistance ; à ce point de vue il est bon de le choisir assez gros et de le sectionner. Mais il n'est pas possible d'augmenter le diamètre et le sectionnement au delà d'une certaine limite, sans rencontrer des difficultés au point de vue du bon fonctionnement et de la rapidité des indications.

Les voltmètres thermiques J. Carpentier ont une consommation de $0,2\,A \times 3\,V = 0,6$ watt dans le fil thermique seul. Les ampèremètres ont une consommation de $0,4\,V \times 2\,A = 0,8$ watt, toujours dans le fil thermique seul. Ces chiffres s'appliquent aux types courants, mais il a été réalisé des appareils spéciaux présentant des constantes différentes.

Les réducteurs des voltmètres ou ampèremètres thermiques donnent lieu généralement à une dépense d'énergie assez considérable ; ils sont isolés, au point de vue calorifique, de la platine isolante qui porte les fils, à l'aide de quatre supports en fibre. Cette précaution a pour but d'éviter l'échauffement des organes de l'instrument, échauffement toujours nuisible, principalement au point de vue de l'exactitude des indications fournies, étant donné que la mesure est le résultat d'une dilatation amplifiée mécaniquement.



Fig. 4. — Voltmètre thermique J. Carpentier à trois sensibilités. Modèle de laboratoire.

Les principaux types construits par M. Carpentier sont :

1° Les voltmètres pour faibles tensions et les ampèremètres à shunt indépendant. Ces instruments étant le siège d'une dépense d'énergie relativement faible ne comportent pas d'isolement calorifique.

2° Les voltmètres pour tensions élevées et les ampèremètres à réducteur dans le socle qui comportent les isolants de fibre (fig. 3). Les ampèremètres peuvent être réalisés avec ou sans réducteur dans le socle jusque 100 ampères. Au-delà, le réducteur devient trop encombrant pour être disposé dans le boîtier de l'instrument et il n'est plus construit que des ampèremètres à réducteur indépendant.

3° Enfin, pour les essais et les laboratoires, il a été réalisé un modèle portatif à plusieurs sensibilités (fig. 4). Le voltmètre comporte les sensibilités 3-75 et 150 volts. L'ampèremètre comporte les sensibilités 3-10 et 30 ampères.

J.-A. MONTPELLIER.

APPLICATIONS DIVERSES

DANS LES MINES

DE

MOTEURS ASYNCHRONES POLYPHASÉS

Système Boucherot.

(Suite et fin) (1).

Pour comprendre le mécanisme du déphasage, il suffit évidemment d'envisager l'effet des divers couplages sur une phase du stator déphasable, le stator fixe étant invariablement couplé sur le réseau.

Nous appellerons *couplage inverse* tout couplage pour lequel le point neutre de l'étoile du stator sera formé par les extrémités des enroulements reliés en marche normale à la ligne.

Au premier temps de la manœuvre (position de démarrage), le commutateur spécial couple la phase a' du stator déphasable sur la phase $E \sin \alpha$ du réseau en inversant les connexions de a', comme le montre la figure 5.

La force électromotrice induite par cette phase du stator dans le rotor sera de la forme $E \sin (\alpha - \pi) = + E \sin (\alpha + \pi)$.

Au deuxième temps (fig. 6), la phase a' du stator est reliée normalement avec la phase $E \sin \left(\alpha + \frac{2\pi}{3}\right)$ du réseau.

La force électromotrice induite est alors de la forme :

$$E \sin \left(\alpha + \frac{2\pi}{3}\right)$$

Au troisième temps (fig. 7), la phase a' *inversée* est reliée avec la phase $E \sin \left(\alpha + \frac{4\pi}{3}\right)$ du réseau et la force électromotrice induite est de la forme :

$$E \sin \left(\alpha + \frac{4\pi}{3} - \pi\right) = E \sin \left(\alpha + \frac{\pi}{3}\right)$$

Enfin, au quatrième temps (fig. 8) (position de marche normale), la phase a' est directement reliée avec la phase $E \sin \alpha$ du réseau, et la force électromotrice induite est de la forme $E \sin \alpha$.

Pour chacun de ces temps, la direction de la force électromotrice induite par la phase a' du stator déphasable peut être figurée instantanément par le vecteur en trait fort des figures 11 *a* à *d*, tandis que la force électromotrice induite par la phase a du stator fixe reste invariable, comme le montre la figure 11 *e*.

Ce qui vient d'être dit s'applique évidemment par permutation tournante aux autres phases b' et c' du stator et tout se passe comme si l'ensemble du stator déphasable était décalé à chaque nouvelle opération de 60° dans la période, par rapport à l'opération précédente.

L'expérience a confirmé avec succès la valeur de cet ingénieux procédé.

Le moteur ainsi réalisé ne comporte, pour le démarrage, la manœuvre d'aucun organe propre au moteur. Les extrémités des enroulements du stator déphasable sont prolongées par des câbles aboutissant à l'appareil qui sert, en même temps, d'interrupteur et d'inverseur. Le rendement et le facteur de puissance sont ceux des meilleurs moteurs asynchrones actuellement employés.

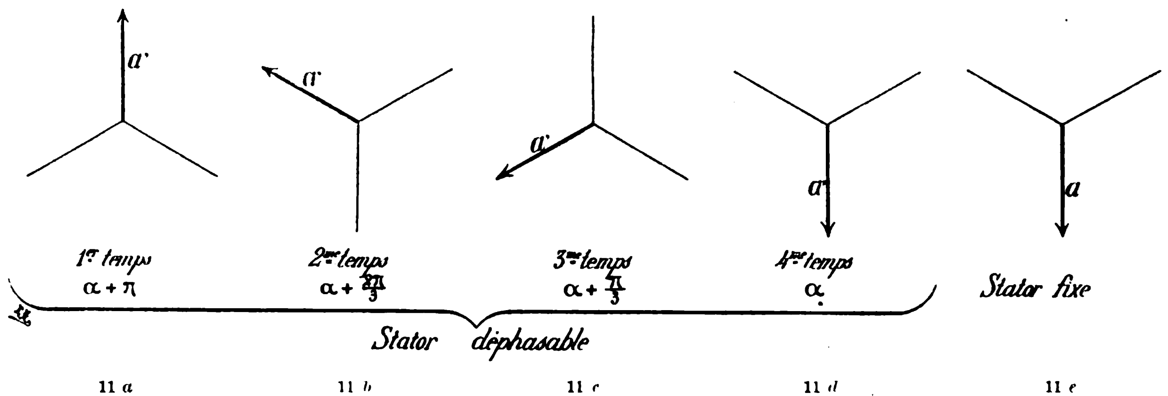
Dans l'application faite au treuil des mines de Blanzy, la multiplicité des arrêts aux étages intermédiaires et la faiblesse des parcours ont conduit à n'utiliser en pratique que les deux premiers temps de la manœuvre. Quoique, de ce fait, les résistances soient encore un peu actives au deuxième temps, le glissement du moteur, pas plus que l'échauffement des résistances, ne sont pas exagérés.

Le moteur est alimenté par des courants triphasés sous 700 volts de tension composée, la

(1) Voir l'*Electricien* 1904, t. XXVII, p. 385.

fréquence étant de 50 périodes par seconde et la vitesse angulaire étant de 725 tours par minute. Le rendement du moteur en pleine

La figure 12 montre le schéma des appareils avec leur position relative dans l'installation ainsi que celle du préposé à la manœuvre.



charge est de 0,91 et le facteur de puissance est égal à 0,90.

L'ensemble des appareils de manœuvre a pu être considérablement simplifié et ne se compose plus que d'un inverseur et d'un commutateur à deux directions réalisant, par la simple manœuvre d'une poignée, les deux temps utilisés du démarrage.

Le courant de ligne arrive aux bornes I, II et III de l'inverseur du sens de marche et passe directement de là aux bornes 1, 2, 3, du stator fixe.

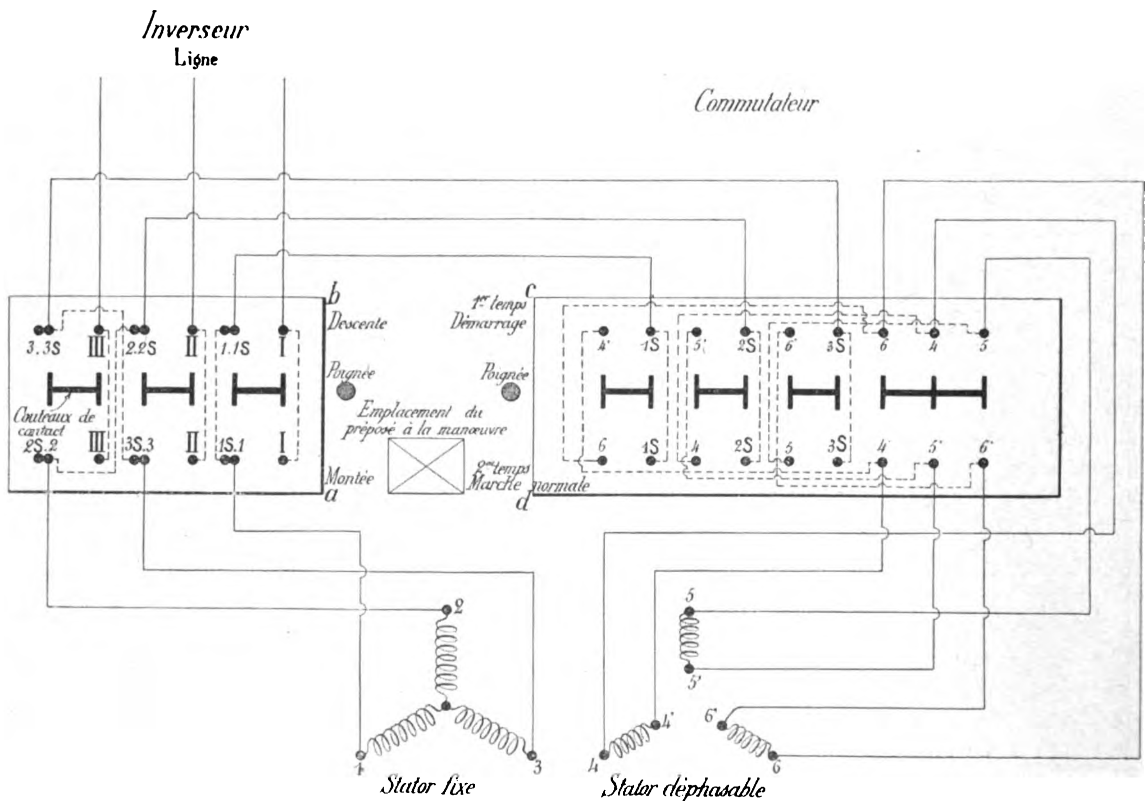


Fig. 12. — Schéma des appareils de manœuvre.

En même temps, le courant va de l'inverseur au commutateur de couplage des enroulements du stator déphasable. Le schéma permet de suivre facilement la circulation des courants et

les couplages; il suffit de donner une position déterminée à l'inverseur pour la montée, par exemple, et de supposer qu'à ce moment le commutateur est fermé sur la position correspondant au premier temps de manœuvre, c'est-à-dire au démarrage. Le courant de la phase I arrive en 1 au stator fixe et passe au stator déphasable dans l'ordre suivant :

inverseur	commutateur	
I-1. 1S	1S-4'-4'	4' (enroulement).

Pour achever les opérations, le commutateur est amené à la position du deuxième temps, sans toucher à l'inverseur et le courant présente le parcours suivant :

inverseur	commutateur	
I-1. 1S	1S-6-6	4 (enroulement).

Fig. 13 *a*. — Commutateur de manœuvre. (Coupe générale).

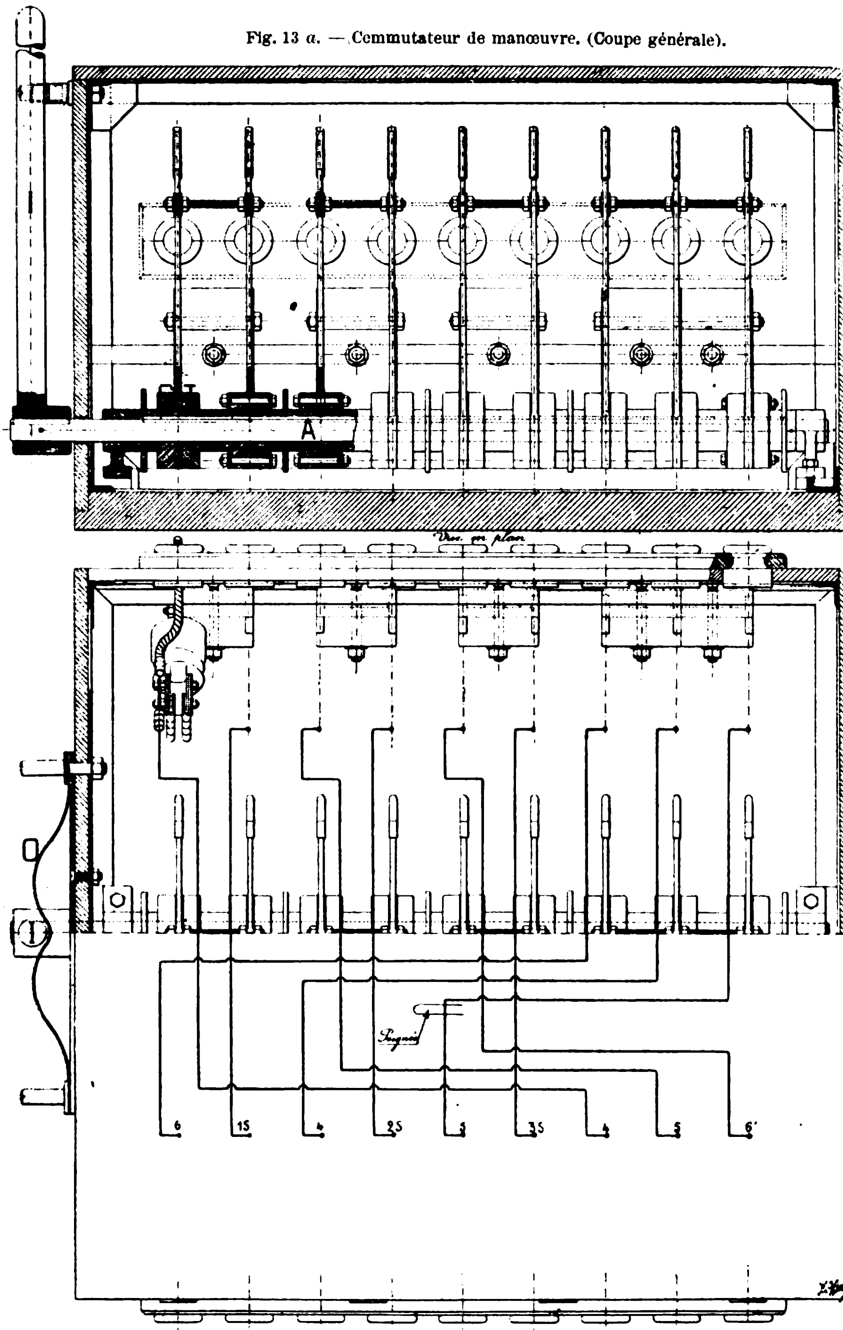


Fig. 13 *b*. — Plan.

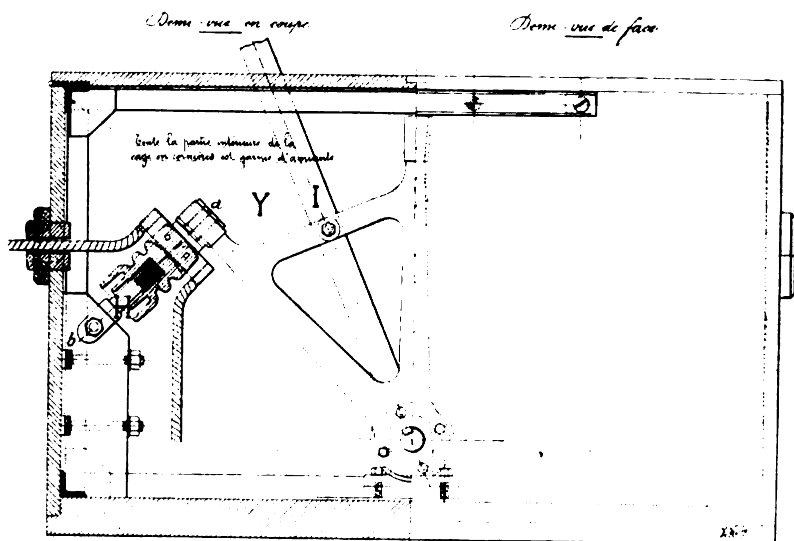


Fig. 13 c. — Coupe transversale.

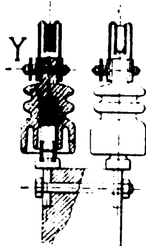


Fig. 13 d.

Pour arrêter, on ramène l'inverseur à la position de repos et l'on prépare une manœuvre suivante en disposant à nouveau le commutateur à la position du premier temps, c'est-à-dire prêt pour un autre démarrage. Les poignées de manœuvre placées à droite et à

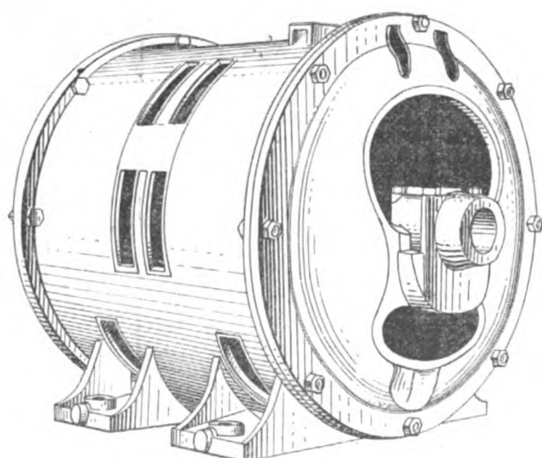


Fig. 14. — Moteur Boucherot type β. (Vue d'ensemble).

gauche de l'opérateur sont parfaitement en mains.

Les figures 13 a à *d* montrent les détails de construction du commutateur. Celui-ci est constitué par un châssis en cornières revêtu de bois. Des longrines placées sur le fond de la caisse et munies de paliers supportent l'axe de manœuvre sur lequel sont clavetées des douilles isolantes assemblées avec les couteaux de l'appareil. Ces couteaux sont jumelés deux à deux et viennent s'engager dans des griffes montées, comme l'indique la figure 13 *d*, sur des isolateurs en porcelaine H ; chaque élément du commutateur est constitué par deux couteaux et deux paires de griffes, situées respectivement sur des parois opposées de la caisse. Les couteaux étant basculés dans une direction ou dans l'autre au moyen du levier de manœuvre I, retenu ordinairement à la position de repos par le ressort O, établissent les connexions repérées sur la figure 13 *b*. Les câbles traversent la caisse dans des douilles en porcelaine et viennent s'attacher directement aux griffes correspondantes Y (voir fig. 13 *b* et 13 *c*). Chaque élément de l'interrupteur coupe le courant en deux points; ceci, joint à la grande amplitude du déplacement du levier de manœuvre, assure une extinction nette des arcs. En fait, l'appareil est extrêmement simple et robuste et fonctionne d'une façon parfaite.

La durée de manœuvre répond bien au programme qui avait été tracé.

Le treuil est pourvu d'un frein à pédale à la disposition du préposé chargé de la manœuvre.

Après plusieurs mois de fonctionnement ininterrompu, l'ensemble de l'installation continue à donner toute satisfaction.

Application aux mines de Valdonne. — Lorsque la durée de manœuvre plus grande permet d'atteindre la marche de régime du moteur, il est évidemment plus avantageux, pour le rendement, d'utiliser les 4 temps du démarrage. Dans ce cas, on pourra réunir l'appareil de couplage proprement dit réalisant les combinaisons avec l'inverseur, et obtenir alors un véritable combinateur d'aspect et de construction analogues aux appareils de manœuvre utilisés pour la traction.

La figure 14 montre l'aspect du moteur et les figures 15 et 16 donnent une idée de l'appareil de manœuvre.

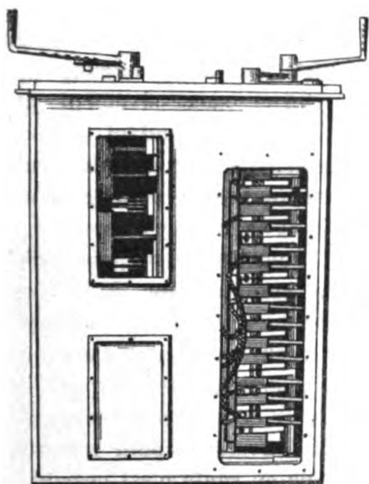


Fig. 15.

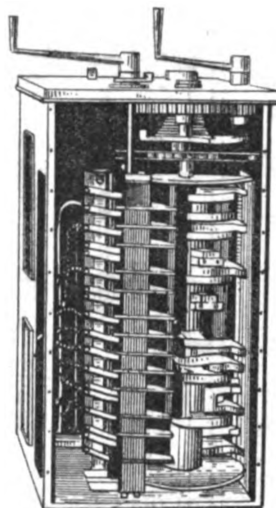


Fig. 16.

La figure 16 montre le contrôleur ouvert; à la partie supérieure, on aperçoit les deux poignées de manœuvre de l'inverseur et du commutateur.

C'est ainsi qu'a été établi l'appareillage destiné à la manœuvre d'un treuil de plan incliné pour les mines de Valdonne.

La longueur du plan incliné est de 300 m (et éventuellement de 400 m) avec une pente de 30 cm par mètre. La charge utile du treuil est de 2700 kg répartie en 6 bennes pesant chacune 250 kg. La vitesse moyenne de translation est de 3 m par seconde et la durée totale d'une manœuvre de 3 minutes environ. Le moteur adopté pour cette application est un moteur Boucherot type β développant une puissance de 32 chx à 960 tours par minute. Il est alimenté par des courants triphasés à 50 périodes sous 240 volts et peut développer au démarrage un couple égal à 1,5 fois le couple normal.

Fig. 17 *a*. — Moteur β. Appareil de couplage pour 2 temps.

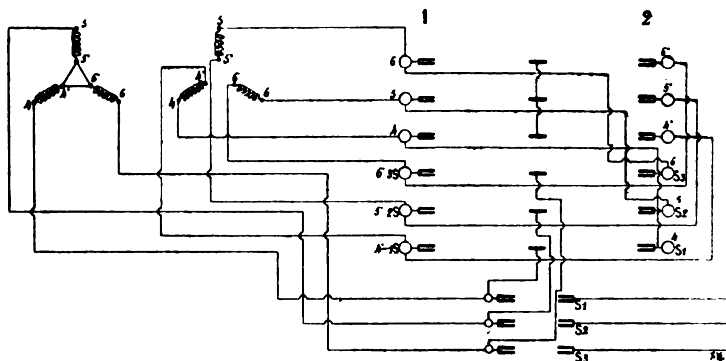


Fig. 17 *b*.

Fig. 17 *c*.

L'inverseur joue le rôle d'interrupteur général. La fermeture de cet appareil, soit pour le levage, soit pour la descente, n'est permise, grâce à un enclenchement convenable avec le

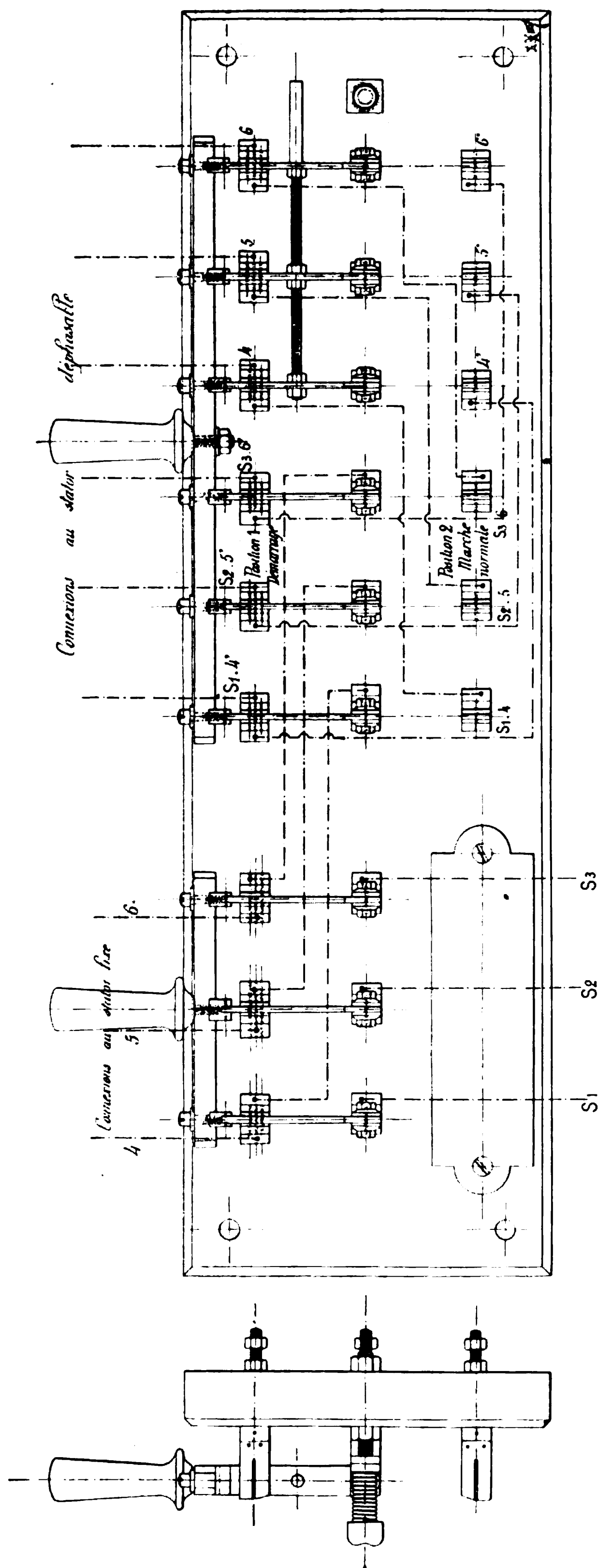


Fig. 18. — Ensemble des appareils de manœuvre d'un moteur β à 2 temps.

commutateur, que si celui-ci est à la position de démarrage. Aucune fausse manœuvre dans le couplage des stators ne peut donc se produire; dès la fermeture de l'inverseur, le courant est lancé simultanément dans le stator fixe et dans la stator déphasable.

Agissant alors sur la poignée spéciale du combinateur, on amène celui-ci successivement aux positions correspondant aux deuxième, troisième et quatrième temps de la manœuvre. Le moteur est alors dans l'état de marche normale.

Pour l'arrêt, on peut, soit ramener le commutateur à la position de démarrage et couper ensuite par l'inverseur, soit, pour gagner du temps, couper directement par l'inverseur. En ce dernier cas, aucune manœuvre de l'inverseur pour remettre le moteur en route n'est possible, grâce à l'enclenchement dont nous avons parlé, que si l'on a ramené le commutateur préalablement à la position du démarrage.

Autres applications diverses.

Commande d'une pompe. — Les moteurs du type β se prêtent également bien à actionner directement des engins situés dans des endroits peu accessibles, tels que pompes et ventilateurs, l'appareil de manœuvre seul devant être à la portée du préposé et pouvant être manipulé sans précautions spéciales.

Une application intéressante de ce genre, quoique dans une exploitation d'un caractère différent de celles envisagées ici, est faite à la sucrerie centrale de Cambrai où un moteur triphasé β de 40 ch à 580 tours par minutes (50 périodes, 300 volts) est accouplé directement à une pompe placée à un étage inférieur de 10 m à celui du poste de manœuvre et complètement en dehors de la vue du préposé.

Commande de ventilateurs. — Dans ce cas, le couple résistant au démarrage étant généralement relativement faible, la maison Breguet a également établi des moteurs système Boucherot du type β à deux temps, en n'utilisant que les premier et quatrième temps du principe

de manœuvre, c'est-à-dire en passant directement de la position de démarrage à celle relative à la marche normale. L'appareil de démarrage consiste alors en un simple commutateur à 2 directions donnant, par simple renversement, les couplages correspondant à la position de démarrage et à la position de marche normale.

La figure 17 *a* montre un schéma explicatif de cette disposition. S_1 S_2 S_3 représente l'interrupteur qui doit être tout d'abord fermé, le commutateur étant abaissé vers la ligne 1 des contacts. Dès que le démarrage s'opère, le commutateur est basculé vers 2 et le moteur se trouve dans la situation de marche normale.

Les figures 17 *b* et 17 *c* indiquent pour chacune des positions 1 et 2 les couplages réalisés sur les enroulements des stators.

La figure 18 donne la disposition d'ensemble des appareils : à gauche se trouve l'interrupteur et à droite le commutateur à deux directions qui réalise les couplages. Le numérotage des connexions permet de se reporter au schéma.

La même solution est appliquée avec succès depuis plusieurs années aux Ardoisières de l'Anjou où plus de 20 moteurs du type β de 5 ch à 1440 tours par minute actionnent des treuils placés dans les chambres d'extraction.

E.-J. Brunswick.

LA TURBINE A VAPEUR

ZOELLY-ESCHER WYSS

Une des conséquences les plus immédiates et les plus naturelles des avantages qu'on reconnait désormais aux turbines à vapeur, — simplicité et faible encombrement surtout, — c'est que le nombre des systèmes imaginés augmente chaque jour davantage.

Aux turbines Curtis, Parsons, Rateau, Westinghouse, pour ne citer que celles-là, doit désormais s'ajouter la turbine Zoelly, qui semble être la turbine à vapeur préférée par le puissant groupe financier électro-mécanique Siemens-Schückert.

La turbine Zoelly est construite par une maison qui s'est déjà acquis une grande renommée dans la fabrication des turbines hydrauliques : la société anonyme des Ateliers de constructions mécaniques de Escher Wyss et Cie, à Zurich.

Une turbine construite d'après le système Zoelly se trouve en service dans les établissements Escher Wyss. Elle est accouplée directement avec un générateur à courant alternatif triphasé de la société Siemens-Schückert, de Berlin, et fournit une puissance de 600 ch effectifs. Les essais les plus divers auxquels il a été procédé en présence d'ingénieurs compétents, semblent avoir donné des résultats absolument excellents, tant comme consommation de vapeur que comme réglage.

Le groupe précité est muni d'une turbine avec 10 roues motrices. La longueur du groupe complet est de 5,7 m.; la largeur maximum de la turbine est de 1,5 m.

C'est à la suite de nombreux essais et après avoir construit d'une manière suivie plusieurs modèles différents en vue d'en étudier les meilleures conditions de fonctionnement, que les ateliers Escher Wyss se sont arrêtés à la turbine Zoelly.

La nouvelle turbine à vapeur Zoelly a fait ses preuves; elle semble répondre aux dernières exigences en ce qui concerne l'économie de marche, la régulation et tout spécialement la sécurité de service.

La vapeur est amenée aux roues motrices par des distributeurs et cela de manière que la charge ne soit que partielle dans les compartiments à haute pression, tandis qu'elle est complète dans ceux à basse pression. Les distributeurs placés dans la bâche de la turbine sont complètement étanches à la vapeur. Entre chaque paire de distributeurs se trouve une des roues motrice, qui sont toutes placées sur un arbre commun traversant l'ensemble de la machine. Les roues motrices sont construites avec des disques en acier Siemens-Martin de première qualité et sont d'une seule pièce avec leur moyeu. Les augets de la turbine sont fixés sur la couronne du disque et affectent la forme de rayons relativement longs, de manière que leur section depuis l'extérieur, allant vers l'intérieur dans la direction de l'axe, prenne le développement progressif voulu pour que la tension spécifique provenant de la force centrifuge soit répartie d'une façon constante sur toute la longueur de l'auget, de sorte que les augets ont tous à peu près la même rigidité. Cette répartition spéciale de la matière donne la plus grande résistance, tant au point de vue de la force centrifuge que de la pression de la vapeur et offre ainsi l'avantage d'une très grande sécurité, alliée à un poids très faible et à une disposition rationnelle du système d'augets.

La forme spéciale donnée aux augets permet de choisir des diamètres de roues relativement forts, pour obtenir de grandes vitesses périphériques et conséquemment de réduire le nombre des gradins de détente, tout en gardant le nombre de tours et la grandeur appropriés.

Le réglage de la turbine, lequel est de nature à parfaire aux dernières exigences, a lieu à l'aide d'un régulateur à ressorts extrêmement sensible avec servo-moteur, disposition grâce à laquelle la pression d'admission de la vapeur est modifiée suivant la charge.

Les paliers dans lesquels se meut l'arbre de la turbine sont, par principe, placés en dehors des bâches de la turbine sur un bâti de fondation tout à fait indépendant des turbines elles-mêmes, de sorte qu'ils ne peuvent être influencés ni par la chaleur dégagée par la vapeur, ni par un mouvement d'extension dû à la chaleur des bâches des turbines Du reste, les paliers sont disposés de telle façon qu'ils sont constamment et facilement accessibles et faciles à contrôler même pendant la marche.

La turbine Zoelly Escher Wyss possède toutes les particularités des turbines à action. La pression exercée par la vapeur est égale sur les deux côtés de la roue motrice, de sorte qu'il ne se produit pas de pression en excès. Il s'ensuit qu'aucune pression axiale n'est produite et que les pistons d'équilibre deviennent complètement superflus, tandis que dans les turbines à réaction ils sont indispensables pour compenser l'énorme effort axial qui s'y produit.

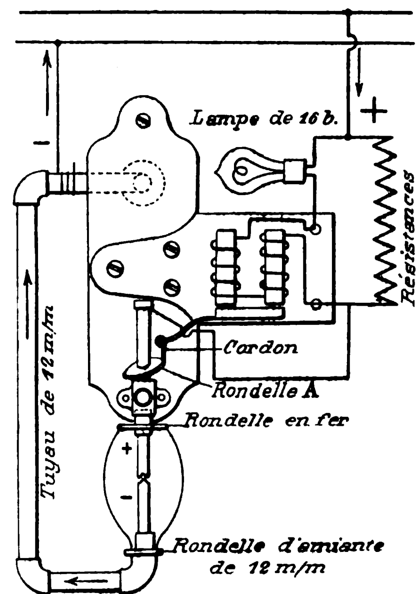
Il résulte, en outre des qualités qui viennent d'être décrites comme appartenant à la turbine à action en général et à celle de Zoelly en particulier, que le jeu nécessaire entre les roues motrices et les parties fixes de la turbine peut être admis en dimensions suffisamment grandes, sans affecter en aucune façon le rendement, de sorte qu'il devient complètement impossible que par une dilatation due à la chaleur ou par suite d'une usure des paliers, les roues motrices ou leurs aubes viennent frotter contre les parties fixes de la turbine.

Comme conséquence de la suppression de pistons d'équilibre, on a la possibilité de ménager de grands espaces entre les parties mobiles et les parties fixes de la turbine; par suite de la simplicité et de l'excessive solidité des roues motrices, du petit nombre de ces dernières et de la manière parfaite dont elles reposent dans leurs paliers, il semble que la sécurité de service de fonctionnement de cette turbine soit assurée sous tous les rapports.

Emile Guarini.

LAMPE A ARC DE CIRCONSTANCE

On peut assez simplement constituer une lampe à arc provisoire en utilisant divers matériaux qu'on a en général sous la main dans toutes les usines, par exemple une sonnerie électrique, quelques lampes à incandescence et un rhéostat hors d'usage. La partie principale de la lampe se compose, comme on le voit sur le schéma, de l'armature d'une sonnerie ordinaire de 12 cm. Les électro-aimants sont montés en série avec une lampe de 16 bougies et en parallèle avec une résistance de 25 ohms environ. Cette résistance peut être formée de plusieurs spires de rhéostat ou de quelques lampes à incandescence. Ce double circuit est relié d'une part au pôle positif, de l'autre au charbon supérieur de l'arc. Le charbon inférieur est relié au pôle négatif par l'intermédiaire d'un tuyau de 12 mm, auquel on donne la forme représentée par la figure ci-dessus. Autour du charbon positif, peut glisser une rondelle A, attachée par un léger cordon à l'extrémité du marteau de la sonnerie. Le ressort de cette sonnerie doit être réglé de manière à



empêcher les tremblements du marteau et à lui permettre seulement d'être attiré plus ou moins fortement par les aimants.

Lorsque le courant passe dans les enroulements de la sonnerie, le marteau est attiré et soulève par suite la rondelle A; celle-ci se met dans une position oblique et ne peut coulisser : elle soulève donc le charbon positif, l'arc est amorcé, le charbon se consume. Le courant diminuant d intensité, le marteau s'éloigne des électro-aimants et le charbon + peut se rapprocher du charbon — : le réglage est effectué de cette façon et permet d'obtenir une lumière assez fixe. Les résultats ont donné d'ailleurs pleine et entière satisfaction et M. G. W. Walsch, qui est l'auteur de ce procédé original et l'a souvent mis en pratique avec succès et profit.

Armand Lehmann.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCE DU 3 JUIN 1904.

Sur les rayons cathodiques, par M. P. Villard. — En 1858, Plücker avait observé que, dans une ampoule à gaz raréfié placée dans un champ magnétique intense, la lumière négative se dispose de manière à figurer un tube de force. Récemment, M. A. Broca a nettement établi que dans un champ magnétique puissant apparaissent des rayons cathodiques particuliers qui suivent les lignes de force magnétique, tandis que les rayons ordinaires, observables en même temps, s'enroulent autour du champ, conformément aux lois connues.

Il est facile. soit par des dispositifs analogues à ceux décrits par M. Broca, soit autrement, de vérifier la coexistence des deux espèces de rayons. Le procédé le plus simple consiste à les produire dans l'oxygène pur qui s'illumine vivement sur le trajet des rayons. On observe ainsi très facilement l'existence simultanée de deux faisceaux, l'un enroulé suivant une spirale progressivement étalée par la dispersion, l'autre disposé suivant un tube de force; le phénomène peut être aisément photographié.

Ces rayons de seconde espèce, qu'on pourrait appeler *magnéto-cathodiques*, pour rappeler les circonstances de leur production, produisent les mêmes effets de fluorescence que les rayons ordinaires: comme eux ils semblent alimentés par un afflux de matière arrivant à la cathode, car un obstacle, tel qu'un diaphragme à petite ouverture placé près de celle ci, gêne leur émission; mais ils diffèrent franchement des rayons cathodiques proprement dits par plusieurs propriétés :

En premier lieu, le champ magnétique est pour eux non seulement directeur, mais aussi moteur. Reprenant l'expérience du diaphragme à petite ouverture, on constate que l'émission au travers de l'ouverture, nulle pour les rayons ordinaires, nulle aussi pour les rayons magnéto-cathodiques dans un champ modéré, se produit pour ces derniers, malgré cet obstacle, quand la force magnétique augmente suffisamment et croit avec celle-ci; de même la fluorescence excitée sur le verre, et surtout la luminescence du gaz augmentent d'intensité avec le champ.

En second lieu, ces rayons ne sont pas électrisés : l'ombre d'un fil ne se modifie pas quand on fait varier de plusieurs centaines de volts le potentiel de ce fil (expérience de M. Perrin), tandis qu'avec les rayons ordinaires il suffit de 60 volts pour obtenir des effets très nets.

L'expérience du cylindre de Faraday, devenue classique depuis les travaux de M. Perrin, met nettement en évidence cette absence d'électrisation. Il faut seulement faire usage de diaphragmes convenables pour éliminer les rayons ordinaires dont la trajectoire est facile à prévoir, et il est commode de ne pas mettre en ligne droite la cathode, le diaphragme et la petite ouverture de l'enceinte qui protège le cylindre de Faraday. Dans ces conditions, en l'absence de tout aimant, l'électroscope n'accuse aucune déviation quand la cathode est en activité, ce qui permet de vérifier que l'appareil est électriquement étanche. On peut ensuite à volonté amener dans le cylindre soit les rayons ordinaires au moyen d'un aimant faible, soit les rayons magnéto-cathodiques dont on détermine la production par un champ intense, l'orientation de l'ampoule permettant de faire arriver les rayons exactement sur l'ouverture de l'enceinte qui protège le cylindre de Faraday : une poudre fluorescente (craie) recouvrant cette enceinte facilite le réglage de l'expérience. On observe dans ces conditions que l'arrivée des rayons ordinaires dans le cylindre de Faraday charge instantanément l'électroscope, tandis que les rayons magnéto-cathodiques ne produisent aucune divergence de feuilles d'or. Leur électrisation est donc nulle ou beaucoup moindre que celle des premiers.

Il est probable que cette électrisation est nulle et que ces rayons sont autre chose qu'électrisés. En effet, ils ne sont nullement insensibles à un champ électrostatique, mais cette sensibilité est d'une autre nature que celle des rayons cathodiques : Si l'on dirige un pinceau de rayons magnéto-cathodiques entre deux plateaux maintenus à des potentiels différents (écartement 8 mm à 10 mm, longueur 50 mm, diff. de pot. 250 à 500 volts), on observe une déviation très nette du faisceau, déviation dont le sens change avec le sens du champ électrique et avec celui du champ magnétique, mais *cette déviation a lieu perpendiculairement aux lignes de force électrique* Pour un observateur regardant dans le sens du champ électrique, le champ magnétique et le sens de propagation des rayons étant dirigés de droite à gauche, les rayons s'enroulent autour des lignes de force électrique dans le sens des aiguilles d'une montre.

Cette déviation est bien due au champ et non au courant d'ionisation inévitable qui se produit entre les plateaux : ce courant, inférieur en valeur moyenne à 10^{-4} ampère, ne pourrait ajouter une composante appréciable au champ magnétique principal que s'il était oscillant ou intermittent, mais alors la déviation ne serait pas constante et l'on observerait un simple élargissement apparent du faisceau et de la tache fluorescente qui le termine. De plus, un courant instantané intense se traduit toujours dans un gaz par une illumination énergique, ce qui n'a pas lieu ici On est bien en présence d'un phénomène nouveau, d'un courant d'espèce particulière sur lequel le champ électrique agit à angle droit comme agit un champ magnétique sur un courant électrique.

Il n'est donc pas nécessaire d'invoquer une hypothèse spéciale pour expliquer l'allure particulière de la décharge cathodique dans les champs intenses, puisqu'en réalité il se produit alors deux espèces de rayons, dont les propriétés électriques et magnétiques paraissent en quelque sorte réciproques.

Sur la polarisation des électrodes, par M. E. Rothé, présentée par M. Langevin. — Dans le travail qu'il a présenté récemment comme thèse de doctorat, M. Rothé s'est proposé, par l'étude détaillée du courant qui produit la polarisation d'électrodes métalliques plongées dans l'eau acidulée, de comparer entre elles les diverses théories qui en ont été données, et d'étudier les relations entre ce phénomène et l'électrolyse.

On sait que, pour des forces électromotrices inférieures à celles qui produisent l'électrolyse, le système des électrodes et de l'électrolyte se comporte en apparence comme l'ensemble de deux condensateurs couplés en cascade. correspondant chacun à l'une des électrodes et dont les armatures, séparées par un intervalle extrêmement petit, seraient les deux faces d'une couche double séparant le métal du liquide. La somme

des différences de potentiel produites par les deux couches doubles cathodique et anodique étant égale, une fois l'équilibre établi, à la force électromotrice extérieure, il ne passe à travers l'électrolyte qu'un faible courant permanent, le courant de dépolarisation.

Quand la force électromotrice devient supérieure à la somme des différences de potentiel maxima que peuvent produire les couches doubles, le phénomène change et l'électrolyse se produit.

Cette conception simple implique tout d'abord une discontinuité entre les deux phénomènes de polarisation et d'électrolyse et suppose que la polarisation consiste uniquement dans une modification superficielle des électrodes.

M. Bouty, par l'observation du courant de décharge d'un voltamètre polarisé, beaucoup plus semblable par l'existence de résidus à longue période, à celui d'un accumulateur que d'un condensateur, et M. Berthelot, à cause de la possibilité de combinaisons chimiques entre le métal des électrodes et les produits de décomposition de l'électrolyte, furent conduits à considérer comme insuffisante la notion du condensateur électrolytique, auquel on devrait d'ailleurs supposer une capacité variable avec la force électromotrice, et à supposer que la polarisation implique une modification en volume des électrodes, analogue à celle des plaques d'un accumulateur.

Cette notion est d'ailleurs en complet accord avec les idées de M. Nernst sur l'origine de la couche double, où un rôle fondamental est joué par une conception nouvelle, celle de *pression de dissolution*.

De même qu'un corps dissout doit, pour l'équilibre, se répartir entre deux milieux non miscibles de manière que le rapport de ses concentrations ou de ses pressions osmotiques dans les deux milieux soit constant, égal au coefficient de répartition de la substance entre les milieux, M. Nernst admet, pour les ions chargés présents dans l'électrolyte, une propriété semblable. Leur pression osmotique ne peut avoir une valeur finie P dans l'électrolyte au voisinage immédiat de l'électrode sans qu'ils soient présents en même temps dans la masse de celle-ci en quantité proportionnelle à P. Mais, en raison de la charge électrique portée par les ions, cette pression de dissolution P peut être différente de la pression osmotique p de ces mêmes ions dans la masse de l'électrolyte si une différence de potentiel V, proportionnelle à $\log \frac{P}{p}$, existe entre l'électrode et la solution, due aux ions chargés présents au voisinage de la surface, et ayant pour effet de s'opposer à la diffusion qui tend à égaliser la pression osmotique des ions entre les différentes régions du liquide. La valeur finie de la différence de potentiel V, due à la couche d'ions, implique une valeur finie de leur pression osmotique P au voisinage immédiat du métal et par suite dans la masse même de celui-ci, dans un rapport déterminé par le coefficient de répartition de la matière correspondante entre le métal et l'électrolyte. S'il s'agit d'hydrogène, par exemple, pour le métal employé comme cathode, la production de la couche double cathodique, au moment de la polarisation, implique dissolution d'hydrogène dans le métal en proportion variable avec sa nature et avec la force électromotrice employée; cette dissolution d'hydrogène correspond au passage d'un courant, qui sera le courant de polarisation, l'hydrogène gazeux commençant à se dégager du métal pour produire l'électrolyse franche lorsque la concentration de cet hydrogène dissous dépassera celle qui peut être en équilibre avec de l'hydrogène gazeux sous la pression totale que supporte le voltamètre.

L'étude oscillographique faite par M. Rothé du courant de polarisation confirme l'existence d'une modification en volume de l'électrode. En employant deux électrodes de surfaces très différentes, de manière qu'une seule d'entre elles soit appréciablement polarisée, il constate d'abord une dissymétrie très grande entre les variations du courant suivant que la petite électrode est anode ou cathode. Dans le cas de la polarisation cathodique du mercure où les phénomènes sont particulièrement nets à cause de la grande vitesse avec laquelle l'hydrogène dissous se diffuse dans la masse de l'électrode, l'oscillographe donne un courant d'abord intense qui dure un temps très court, un premier palier dont la forme dépend uniquement de la *surface* de l'électrode, puis l'intensité diminue pour rester constante pendant un temps généralement plus long, donnant le *palier principal* de la courbe dont la longueur augmente avec le *volume* de l'électrode à surface égale. Enfin, le régime permanent établi, le courant tombe à une valeur très faible. Le premier palier paraît correspondre à une modification superficielle due à l'arrivée des ions hydrogènes provenant du liquide, puis, pour l'équilibre, cette modification superficielle doit s'étendre à la profondeur par dissolution et diffusion progressive de l'hydrogène dans la masse, et le courant correspondant fournit le palier principal.

Les variations de l'allure des courbes avec la force électromotrice employée, la concentration des dissolutions, la nature du métal confirment entièrement cette manière de voir.

L'oscillographe, qui a été pour M. Rothé un auxiliaire précieux en permettant de suivre et d'analyser des phénomènes de quelques millièmes de seconde de durée, permettra, par des études approfondies, de pénétrer de plus en plus le mécanisme intime de la polarisation.

C'est également dans l'effet de volume qu'on trouve l'explication des *résidus* qui ne disparaissent qu'avec une extrême lenteur quand le voltamètre est mis en court-circuit; à cause de ces résidus, la capacité de polarisation d'un voltamètre dépend de l'état antérieur des électrodes et du temps pendant lequel elles ont été mises en court-circuit.

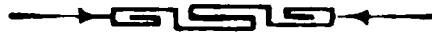
L'analogie entre le voltamètre et le condensateur ne peut donc être poussée très loin; l'effet de volume oblige à comparer aussi le voltamètre à une véritable pile secondaire.

La mesure du courant permanent qui traverse l'électrolyte, pour des forces électromotrices variables, a également prouvé la continuité qui existe entre la polarisation et l'électrolyse.

La force électromotrice minimum pour laquelle se produit le dégagement de bulles gazeuses visibles peut, conformément aux idées précédentes, varier avec la disposition expérimentale, en particulier avec le rapport des surfaces des deux électrodes. Si l'une d'elles est de dimensions considérables par rapport à l'autre, la polarisation pourra être complète sur cette dernière, c'est-à-dire que le dégagement des bulles pourra s'y produire avant que l'autre soit sensiblement modifiée; on pourra ainsi avoir dégagement gazeux *sur une seule électrode* pour une force électromotrice égale ou supérieure à la force contre-électromotrice de polarisation

de cette électrode seule, c'est-à-dire inférieure à celle qui produit le dégagement simultané sur les deux électrodes et qui doit les polariser toutes deux.

Effectivement, un seul élément Daniell produit le dégagement d'hydrogène sur un fil fin de platine quand l'anode est une large lame alors qu'il faut 1,7 volt pour décomposer l'eau. Ce dégagement cesse quand la lame anodique s'est polarisée à son tour, par absorption d'oxygène, mais il suffit de la sortir et de la chauffer dans une flamme pour détruire la modification et retrouver le dégagement gazeux sur le fil de platine quand on immergera de nouveau l'anode.



SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

SÉANCE DU 3 JUIN 1904

M. G. Hart fait une communication sur les *turbines à vapeur.*

M. G. Hart dit que les turbines à vapeur, à peine connues il y a quelques années, se répandent de plus en plus dans l'industrie par suite de leurs nombreux avantages. Bien que leur emploi soit encore limité à certains usages, d'ailleurs fort importants, les progrès rapides réalisés dans ces dernières années, surtout au point de vue de la consommation de vapeur aujourd'hui comparable à celle des machines alternatives et même moindre pour les grandes puissances, permettent de penser que, peu à peu, elles se substitueront dans beaucoup de cas aux machines alternatives.

M. G. Hart estime que c'est, en réalité, une véritable évolution du moteur à vapeur, évolution qui n'est pas fortuite, mais, au contraire, résulte de besoins nouveaux, des nombreux avantages que présentent les turbines et aussi des difficultés rencontrées pour améliorer le rendement économique de la machine à vapeur actuelle à pistons.

Les pertes thermiques sont, en effet, très considérables dans cette dernière par suite de la communication alternative du cylindre avec les sources de chaleur et de froid, et elles sont encore exagérées par les ruptures de cycle causées par les imperfections du mode de transmission et de transformation de l'énergie.

M. G. Hart rappelle que les pertes totales atteignent 30 à 48 0/0 de l'énergie qui devrait être recueillie dans une machine parfaite, et qu'à lui seul, l'échappement au condenseur occasionne une perte de 20 à 35 0/0 qu'il est impossible d'éviter sans modifier profondément la construction de la machine et le mode même d'action de la vapeur.

Ce sont ces considérations qui, malgré les améliorations de rendement de la machine alternative résultant de l'emploi de pressions plus élevées, de la détente en cascade, de la vapeur surchauffée, etc., ont poussé certains esprits clairvoyants à chercher la solution dans une autre voie, celle de la machine rotative, qui n'est, en somme, que la première forme sous laquelle on ait essayé d'utiliser l'énergie contenue dans la vapeur d'eau.

On a longtemps tâtonné, mais les turbines à vapeur, sous leur forme actuelle, éminemment susceptible de perfectionnement, paraissent donner la solution cherchée.

Dans ces appareils, fait remarquer M. G. Hart, les pertes thermiques sont réduites au minimum, sinon complètement supprimées, chaque point de la turbine restant à température constante par suite de l'écoulement de la vapeur toujours dans le même sens. Les passages offerts au fluide sont proportionnels à son volume, et, par suite, il n'y a pas de ruptures de cycle importantes, ruptures si préjudiciables dans la machine alternative.

L'emploi de dispositions ingénieuses, tout en diminuant les résistances passives, leur assure une complète régularité de marche. L'admission de la vapeur y est rapidement proportionnée au travail à effectuer sans créer de brusques variations de vitesse. L'absence de forces d'inertie périodiques vient encore ajouter à cette régularité, tout en diminuant les causes de déréglage et l'usure, et en élevant le rendement organique.

A côté de ces avantages directs de fonctionnement, les turbines à vapeur en présentent d'autres accessoires : réduction de poids et d'encombrement, absence de vibrations, absence de matières grasses dans l'eau de condensation, qui en rendent l'emploi avantageux dans beaucoup de cas.

M. G. Hart évalue à 900 000 ch la puissance demandée actuellement aux turbines à vapeur dans l'industrie; cette puissance est employée pour la plus grande partie à la commande de dynamos, de pompes centrifuges, de ventilateurs, etc., ou à la propulsion de navires.

M. Hart rappelle que les turbines à vapeur peuvent se classer de différentes manières :

1° D'après le mode d'action de la vapeur, en turbines à action, turbines à réaction, et turbines mixtes;

2° D'après le nombre des roues mobiles, en turbines à roue simple et turbines à roues multiples (ou compound);

3° D'après le sens de l'écoulement de vapeur, en turbines radiales (centripètes et centrifuges) et en turbines axiales;

4° D'après l'admission, en turbines à admission totale et en turbines à admission partielle.

Théoriquement, les turbines à action peuvent avoir une vitesse de rotation moindre et revendiquer quelques autres avantages, mais, pratiquement, les résultats obtenus avec les turbines à réaction sont tout à fait comparables à ceux donnés par les turbines à action.

Dans les turbines à action à roue simple, la distribution de la vapeur à la roue mobile se fait à l'aide de tuyères de formes géométriques calculées à l'aide de ce qu'on connaît des lois de l'écoulement de la vapeur, à la suite des beaux travaux de MM. Parsons, Rateau, Delaporte, Stodola, Mollier, etc. : mais, pour les turbines à roues multiples, dans lesquelles le fluide passe d'une roue mobile sur l'autre par l'intermédiaire de canaux de formes variées, il semble que ces règles doivent subir certaines modifications, du fait de la forme des canaux, et surtout du mouvement rapide dont sont doués les aubages des roues mobiles.

Après ces considérations générales, M. Hart rappelle les tentatives anciennes de Réal et Pichon (1827), Ewbank (1841), Wilson (1848), Tournaire (1853), Girard (1855) et passe à la description, que de très nombreuses projections facilitent, des turbines actuelles utilisées industriellement en commençant par les plus anciennes.

La *turbine Parsons*, datant de 1884, a subi depuis de nombreux perfectionnements.

Le type axial, très répandu, sert à la commande des dynamos, pompes, ventilateurs.

M. Hart signale les dispositions très ingénieuses telles que presse-étoupes sans frottements métalliques, paliers de réglage, graissage sous pression, etc., qui ont contribué au succès de cette turbine, et cite les installations de Francfort-sur-Mein, Elberfeld, Rheinfelden, Essen, Coire, Puteaux, Milan, etc, qui possèdent des unités de 2000, 5000 et même 10 000 ch. L'usine de Saint-Ouen, en construction, aura une puissance de 40 000 ch.

Les turbines Parsons sont appliquées également à la propulsion des navires *Turbinia*, *Cobra*, *Viper*, *Queen-Alexandra*, *King-Edward*, *Queen*, *Brighton*. 65 000 ch seront installés sur chacun des deux navires que la Compagnie Cunard fait construire actuellement.

La *turbine de Laval* (1889) est une turbine à action à roue simple et à grande vitesse; M. Hart signale la disposition ingénieuse de l'arbre flexible qui en permet le centrage automatique parfait aux grandes vitesses, et cite les installations de Belfort, de la Schappe, de Briançon, de Châtillon-Commentry, la Seyne, Fresnes.

La *turbine Rateau*, de 1896, est une turbine à action, à roue simple et à grande vitesse. Les turbines compound actuelles, dites multicellulaires sont des turbines à action à roues multiples. Elles sont appliquées sur le torpilleur 243 et sur un torpilleur Yarrow.

Une installation très remarquable est celle des mines de Bruay, où une turbine multicellulaire est appliquée à l'utilisation de la vapeur d'échappement des machines d'extraction.

La *turbine Curtis* (1896) est une turbine mixte employée en Amérique.

M. Hart critique la disposition verticale avec dynamos au-dessus, en raison des difficultés de visite et d'entretien. La construction de cette turbine va, paraît-il, commencer en Allemagne et en France.

La *turbine Breguet* à action à roues multiples du type de Laval est toute récente et doit être appliquée sur un torpilleur. M. Delaporte, dans une brochure très bien faite, a exposé les raisons qui ont fixé le choix de la maison Breguet.

Il n'est pas douteux que, après la mise au point inévitable, les résultats n'en soient satisfaisants.

La *turbine Riedler-Stumpf* est aussi toute récente. C'est une turbine à action à roues simples ou multiples de grands diamètres, demandant, par conséquent, un métal très résistant et des soins très spéciaux pour l'équilibrage.

La *turbine Zoelly*, que la Société Escher-Wyss construit, et que MM. Schneider vont construire, est à action et à roues multiples.

Elle est, paraît-il, économique, et les essais de M. le professeur Stodola sembleraient le démontrer.

La *turbine Westinghouse*, construite récemment, est une turbine axiale à double écoulement, avec admission au milieu, pour neutraliser toute poussée axiale.

Un essai de turbine réversible a été tenté. La *turbine Schulz* est une turbine radiale centrifuge à roue simple.

M. Hart signale qu'en dehors de ces types de turbines ayant reçu une application industrielle plus ou moins étendue, il en existe beaucoup d'autres encore à l'état de projet, et il ne doute pas que les progrès déjà si rapides apportés à la construction des turbines ne les amènent peu à peu à un degré de perfection susceptible d'en étendre encore l'emploi.

BIBLIOGRAPHIE

Electrotechnique appliquée, cours professé à l'Institut électrotechnique de Nancy, par A. Mauduit, ancien élève de l'école Polytechnique, ingénieur-électricien, avec une préface de A. Blondel, professeur du cours d'électricité à l'école des Ponts et Chaussées. 1 vol. format 24 × 16 cm de xvi-844 pages, avec 557 figures dans le texte. Prix broché, 25 fr.; cart. 26 fr. 50. Vve Ch Dunod, éditeur, Paris, 1904.

Les ouvrages traitant de l'électrotechnique générale, théorique ou appliquée, sont déjà nombreux; tous possèdent des qualités, mais présentent aussi quelques lacunes. Il ne saurait, d'ailleurs, en être autrement; car le développement des si nombreuses questions étudiées en électrotechnique dépend beaucoup du point de vue auquel on se place. Quelques auteurs restent systématiquement confinés dans les généralités mathématiques et ne se mettent pas assez à la portée des praticiens. D'autres, n'envisageant que la partie pratique, tombent dans un excès contraire.

M. Mauduit, en ajoutant son traité d'électrotechnique à ceux déjà publiés, poursuit un but non encore atteint jusqu'ici.

C'est ainsi qu'il étudie et *critique* les appareils et les procédés utilisés pour l'essai des machines électriques. Il pose les principes et établit les formules servant de base à la construction de ces machines et donne des exemples détaillés de calcul pour chaque système. Le lecteur se trouve ainsi guidé dans le choix des modes de distribution de l'énergie et n'a plus qu'à suivre les règles indiquées pour exécuter les installations d'éclairage électrique, de transmission d'énergie, de traction, etc.

Le cours de M. Mauduit est divisé en sept chapitres.

Dans le premier, relatif aux essais des machines à courant continu, l'auteur décrit les instruments indispensables aux mesures que nécessitent ces essais; il indique les avantages de chaque instrument et, s'il y a lieu, signale les inconvénients qu'il peut présenter dans certains cas. Les essais proprement dits comprennent ceux des machines génératrices et ceux des moteurs électriques.

Chaque genre de dynamos donne ainsi lieu à un examen complet : fonctionnement, tracé des caractéristiques, détermination du rendement, etc.

Après avoir ainsi appris à essayer les machines, le lecteur est initié à leur calcul et à leur construction. Un exemple de projet de dynamo termine le second chapitre.

Suivant ensuite le même ordre pour les machines à courants alternatifs, M. Mauduit étudie successivement, dans les chapitres III et IV, les appareils de mesures spéciaux pour les courants périodiques, le fonctionnement des alternateurs, des transformateurs, des moteurs d'induction, des moteurs synchrones, la marche en parallèle des alternateurs, et continue par les commutatrices pour passer ensuite aux calculs d'établissement et à la construction de ces diverses machines.

Dans le chapitre V ont été réunis tous les documents concernant l'éclairage et le transport d'énergie : canalisations, stations centrales, etc.

La traction électrique et tout ce qui concerne cette

branche si importante des applications de l'électricité fait l'objet d'un chapitre spécial, très développé, et traitant des divers procédés usités pour amener le courant aux véhicules, de l'équipement des automotrices, des moteurs de traction, de la régulation de la vitesse, de la voie, des stations centrales, etc. Ce chapitre comprend aussi l'exposé d'un projet de traction et l'établissement d'un devis d'installation.

Le VIIe et dernier chapitre forme un complément réservé aux questions techniques délicates qui sont plutôt du ressort de l'ingénieur-électricien que de celui du praticien. On y trouve résumés les travaux les plus récents sur les mouvements pendulaires des alternateurs marchant en parallèle, sur les moteurs à collecteurs employés avec les courants alternatifs, sur le diagramme d'Heyland, sur le compoundage des alternateurs, etc.

Une place spéciale est réservée à l'étude des courants alternatifs non sinusoïdaux par l'oscillographe de M. Blondel et par l'ondographe de M. Hospitalier.

A propos de l'analyse harmonique des courbes de courants, l'auteur cite la méthode de la résonance, méthode mise au point par M. Armagnat et qui a permis, grâce à l'oscillographe, de décomposer les courbes périodiques complexes des alternateurs industriels et même celles de la bobine d'induction en leurs séries d'harmoniques.

Toute cette dernière partie de l'ouvrage sera particulièrement appréciée des techniciens, car elle les mettra très au courant des difficultés que la présence d'harmoniques dans les courbes de courant font naître dans la pratique industrielle. L'exemple du réseau triphasé de Berlin est un cas célèbre que M. Mauduit n'a pas manqué de citer.

A certains moments, grâce à la résonance, le débit des feeders arrivait à doubler sans augmentation de la puissance absorbée par les alternateurs.

Ce débit supplémentaire s'effectuait sous l'influence prépondérante d'un harmonique de fréquence triple de la fréquence du réseau.

Il est bien entendu que maintenant que la question de résonance est approfondie, on a fait disparaître ces irrégularités.

Nous nous garderons bien de vanter les mérites du cours « d'Electrotechnique appliquée ». Sur ce point le lecteur aura son opinion bien arrêtée rien qu'en lisant la belle préface de M. Blondel. Nous réservons nos louanges pour l'éditeur de ce livre de premier ordre ; il les mérite amplement, d'une façon générale d'ailleurs, tant pour les soins apportés à l'exécution que pour le choix heureux des ouvrages qu'il édite depuis un certain nombre d'années.

M. ALIAMET.

-oo-

Jahrbuch der Elektrochemie. IX Jahrgang. Berichte über die Fortschritte des Jahres 1902. *(Annuaire de l'électrochimie. Neuvième année. Compte-rendu des progrès réalisés durant l'année 1902)*, publiée par le docteur Henri DANNEEL, avec la collaboration de sept professeurs ou ingénieurs. 1 vol. in-8° de IX-750 pages. Prix : 24 mark. (Halle-sur-Saale, Wilhelm Knapp, éditeur, 1904.)

Cette importante publication, fondée et dirigée jusqu'en 1901 par MM. les professeurs V. Nernst et W. Borchers, a eu son volume pour 1902 considérablement retardé par suite de diverses circonstances; mais son nouveau rédacteur en chef, M. le docteur Danneel, espère que de pareils retards ne se reproduiront plus dans l'avenir et que le volume relatif aux travaux de 1903 paraîtra au mois d'août prochain. L'ouvrage que nous avons sous les yeux comprend deux grandes divisions. La partie scientifique, qui occupe les pages 1-407, offre les subdivisions suivantes : Observations générales; Conductibilité et état des solutions; Energie électrique et énergie chimique; Polarisation et électrolyse; Phénomènes électriques dans les gaz.

La seconde partie est consacrée à l'électrochimie appliquée (pages 411-678); elle passe successivement en revue les questions ci-après : Production du courant; Procédés et produits électrochimiques inorganiques; Métaux; Combinaisons organiques; Electrolyse des alcalis et produits pour le blanchiment; Appareils pour la technique électrochimique; Galvanotechnique et applications. Cet ouvrage, qui passe en revue tous les pays civilisés, se termine par une bibliographie étendue et une liste des publications périodiques en toutes langues qui ont été consultées, et enfin par une table alphabétique et analytique qui permet de se reporter immédiatement à l'un quelconque des nombreux sujets étudiés.

C'est un document indispensable à tous ceux qui s'occupent d'électrochimie; ils y trouveront un résumé de tout ce qui a été fait dans l'année.

CHRONIQUE

Les essais des chemins de fer électriques à grande vitesse.

L'Institution des ingénieurs électriciens a terminé sa session de 1903-1904 le 26 mai dernier avec le travail de M. Alexandre Siemens sur les expériences de chemins de fer électriques à grande vitesse réalisées sur les lignes Marienfeld-Zossen. Ce travail comprend principalement un excellent résumé des rapports publiés par la *Studiengesellschaft für Elektrische Schnellbahnen* sur les trois groupes d'essais qui ont excité un si vif intérêt ces deux dernières années. Avant de parler des résultats de ces essais, M. Siemens résume l'histoire de la traction électrique à grande vitesse qui est due en grande partie aux efforts de MM. Siemens et Halske, ainsi qu'au concours que leur ont prêté les autorités militaires allemandes. Il cite le brevet anglais n° 10926 de 1886 communiqué par la maison Siemens et Halske de Berlin et ayant pour titre « Perfectionnements dans l'application des générateurs secondaires pour la distribution de l'énergie électrique et pour la régulation des moteurs à courants alternatifs, plus particulièrement applicables aux chemins de fer électriques ». Puis il envisage les expériences de Zossen comme le dernier anneau de la suite des perfectionnements énoncés dans ledit brevet. M. Siemens donne avec détails l'ensemble des règlements imposés par les autorités au sujet des essais de l'A. E. G. et des trains Siemens et Halske, puis il discute certains points et en tire des déductions. Les expériences de la première année ont servi principalement, dit-il, à faire ressortir les meilleures méthodes d'observation et à déterminer les appareils les mieux

appropriés aux résultats que l'on voulait atteindre. Bien qu'il ne soit pas possible d'obtenir des chiffres exacts relativement à la question économie pour les chemins de fer à grande vitesse, on a réussi à déterminer certains points de vue techniques. Il a été démontré qu'il était possible de recueillir des courants à haute tension, même par des temps défavorables, sur des conducteurs aériens à des vitesses doubles de celles des trains express ordinaires. Les conducteurs et les collecteurs ont fonctionné de telle sorte que leur efficacité, à des très grandes vitesses, a été absolument assurée. Les moteurs à courants triphasés ont bien fonctionné et leur échauffement anormal a été empêché par une ventilation appropriée. Il n'a pas été cependant possible de décider s'il est préférable de fixer le moteur sur l'essieu ou de le faire supporter entièrement par des ressorts; on n'a pu dire également d'une manière certaine si des résistances liquides ou métalliques devaient être préférées. Les freins n'étaient pas suffisamment puissants pour ces grandes vitesses; une modification et l'adoption d'un système de freins électriques a paru devoir s'imposer. L'un des rapports de la *Studiengesellschaft* parle spécialement de la locomotive de MM. Siemens et Halske. Les courses d'essai de cette locomotive ont commencé le 23 juin 1902 sous 7250 volts et cette tension a été accrue progressivement jusqu'au 26 juin au-dessus de 10 000 volts lorsque la locomotive put remorquer facilement un wagon. Le rendement de cette locomotive a été trouvé plus élevé que celui des voitures qui ont effectué les essais de 1901. Ces essais ont démontré la possibilité de construire des moteurs pour courants triphasés à 10 000 volts employés directement sans transformation. Les moteurs et leurs engrenages ont fonctionné sans aucun incident ni accident.

Parmi les autres résultats que l'on peut déduire de ces essais, on remarque qu'à de très grandes vitesses la résistance de l'air est l'un des facteurs les plus importants et que la forme de la voiture doit être soigneusement étudiée. Le *Studiengesellschaft* en tire la conclusion que l'avant doit être plutôt paraboloïde, mais à cause de la nécessité d'une cabine pour le mécanicien et des barres d'attelages, cette forme n'est pas possible dans la pratique. La forme qui en approche le plus serait alors un avant cylindrique d'environ 86° et rejoignant les côtés de la voiture par des courbes de prolongement. — A. H. B.

-oo-

Le bureau télégraphique de Munich.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* annonce que le bureau télégraphique central de Munich a considérablement étendu, dans le cours de 1903, ses installations, en adoptant une organisation qui correspond aux progrès les plus récents. La même revue signale notamment les innovations suivantes : Extension, à toutes les lignes, de l'emploi du courant fourni par des accumulateurs; transmission automatique de l'heure, des prévisions météorologiques et des télégrammes circulaires; commande électrique des appareils Hughes.

Le courant nécessaire pour les lignes est fourni par deux batteries d'accumulateurs (plus une batterie de réserve) de chacune 100 éléments, ayant une capacité de 9 ampères-heure au régime de décharge maximum de 3 ampères. Une autre batterie de 55 éléments, avec une capacité de 37,5 ampères-heure au régime de décharge maximum de 3,75 ampères, alimente les moteurs électriques des appareils Hughes, les circuits des horloges électriques et les appareils affectés à la transmission automatique de l'heure. Enfin 8 accumulateurs desservent les circuits locaux.

Le dispositif de compensation est nouveau et mérite une mention spéciale. Il permet d'interchanger les groupes d'accumulateurs, de manière à substituer aux éléments de tête, peu employés, les éléments de queue, et inversement, ce qui donne une décharge uniforme des éléments affectés aux lignes. Des commutateurs spéciaux mettent alternativement en charge et en décharge les trois batteries et assurent une permutation avantageuse des pôles, ce qui permet d'obtenir une décharge uniforme.

Le dispositif automatique affecté à la transmission de l'heure repose sur le principe suivant : Tous les fils Morse sont amenés sur des contacts spéciaux qui, actionnés en même temps par des relais, se substituent aux manipulateurs Morse et permettent de transmettre simultanément des signaux, d'un seul point, sur tous les fils Morse partant du bureau. La commande des relais, quand il s'agit de la transmission de l'heure, est effectuée automatiquement par un pendule régulateur; pour la transmission des prévisions atmosphériques et des télégrammes circulaires, tous les circuits sont desservis par un manipulateur général actionnant tous les relais.

Sur les fils non reliés directement à Munich, l'acheminement des signaux transmis soit automatiquement, soit par le manipulateur général, a lieu au moyen d'appareils translateurs spéciaux semblables à ceux de Munich et installés dans certains bureaux bavarois, ou encore, si l'acheminement ne doit se faire que sur un seul fil, au moyen de relais ordinaires. Un commutateur à levier place sur les lignes voulues les appareils translateurs, un peu avant la transmission de l'heure ou lorsqu'un télégramme circulaire est annoncé. — G.

-oo-

A propos de transformateurs gigantesques.

Dans le numéro du 7 mai de l'*Electricien*, nous avons parlé de transformateurs de 2000 kilowatts, installés dans une usine du Niagara.

Nous apprenons qu'il n'est point nécessaire d'aller aux Etats-Unis pour voir des transformateurs encore plus puissants. En effet, la Société électrochimique de la Romanche, à Livet, près de Grenoble, fait installer actuellement 6 transformateurs de 2500 kilowatts-ampères chacun.

Ces transformateurs sont du système Brown-Boveri et leur refroidissement est assuré par leur immersion dans un bain d'huile refroidi par une circulation d'eau.

Trois de ces transformateurs sont destinés à élever la tension de 3500 volts du courant produit par les génératrices à 32 500 volts; les trois autres, installés à Grenoble à l'arrivée de la ligne, ramènent la tension de 32 500 volts à 5000 volts.

***

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — J. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 706 9 Juillet 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 147-92). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe. — La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien** *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*

" L'ÉLECTROMÉTRIE USUELLE "

MANUFACTURE D'APPAREILS DE MESURES ÉLECTRIQUES



Ancienne Maison L. DESRUELLES

GRAINDORGE successeur

Ci-devant 22, rue Laugier,

Actuellement 81, boulevard Voltaire (XIe) PARIS

Téléphone 922-53

VOLTMÈTRES & AMPÈREMÈTRES

industriels et apériodiques sans aimant.

TYPES SPÉCIAUX DE POCHE POUR AUTOMOBILES

ENVOI FRANCO DES TARIFS SUR DEMANDE

Comprenez-vous

l'importance
de la suspension magnétique
des parties rotatives
d'un Compteur?

EXACTITUDE PERMANENTE,
SUPPRESSION COMPLÈTE DES FROTTEMENTS,
PLUS DE RUBIS USÉS A REMPLACER,
PLUS DE VISITES PÉRIODIQUES,
PLUS DE RETOUCHES PÉRIODIQUES.

**Chacun de nos compteurs
est garanti
pendant trois ans.**

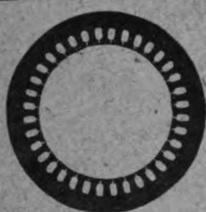
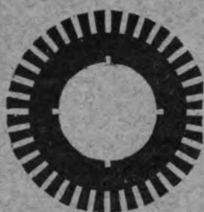
Écrivez pour recevoir des renseignements détaillés dans deux brochures explicatives, ainsi que le rapport du LABORATOIRE CENTRAL D'ÉLECTRICITÉ, 14, rue de Staël, PARIS, sur le compteur STANLEY.

Stanley Instrument Co

GREAT BARRINGTON, Mass. (U. S. A.)

Succursale pour l'Europe :

23, BOULEVARD DES ITALIENS, 23
PARIS

E. KRIEG & P. ZIVY

7, RUE BARBÈS, 7. MONTROUGE (SEINE)

(TÉLÉPHONE : 714-96)

Tôles découpées pour induits de Dynamos et enveloppes de Rhéostats.

ISOLANTS PORCELAINE

POUR TOUTES
APPLICATIONS ÉLECTRIQUES




Éclairage, Télégraphie, Téléphonie
Interrupteurs
Commutateurs, Coupe-Circuits

BOUGIES
POUR
Moteurs à gaz

J. CHAUFFIER

MANUFACTURE DE PORCELAINES
A ESTERNAY (Marne)

Dépôt : Manufacture Parisienne d'Appareillage Électrique
14, rue Commines, PARIS, 3e.

MANUFACTURE D'APPAREILS ÉLECTRIQUES

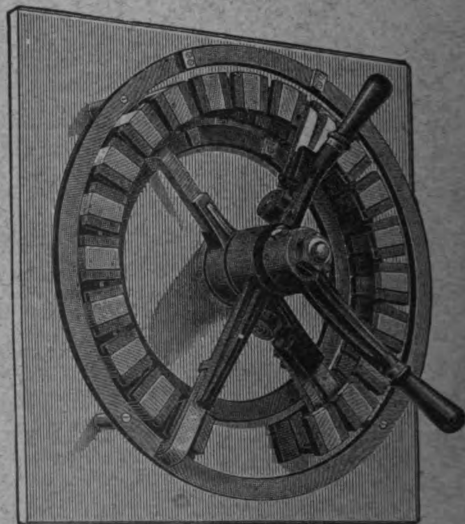
SPÉCIALITÉ POUR L'ÉCLAIRAGE

J. A. GENTEUR

77, rue Charlot et 14, rue de Normandie

TÉLÉPHONE : 100.31 — **PARIS** — TÉLÉPHONE : Paris-Province.

SPÉCIALITÉ DE TABLEAUX DE DISTRIBUTION



APPAREILS POUR HAUTE TENSION

Réducteur double pour charge et décharge d'accumulateurs, avec plots morts et résistance intercalée.

Envoi franco du catalogue sur demande affranchie.

LES CONDENSATEURS INDUSTRIELS

Les applications de plus en plus nombreuses des courants alternatifs ont appelé depuis longtemps l'attention des spécialistes sur l'emploi des condensateurs de grande capacité pour de hautes tensions qui, sans avoir des dimensions considérables, entraînant naturellement une dépense assez forte, pourraient emmagasiner de grandes quantités d'énergie.

Il est à remarquer que les techniciens cherchent à résoudre par d'autres moyens certains problèmes, dont la solution serait rendue facile si on pouvait disposer de condensateurs pratiques. Jusqu'ici, on n'est point encore arrivé à une solution satisfaisante. Le grand nombre de brevets pris pour des condensateurs à haute tension montre clairement qu'un appareil de ce genre rendrait de grands services et que de nombreuses recherches sont poursuivies dans ce but. Les condensateurs à basse tension ont non seulement des dimensions beaucoup trop grandes pour une puissance équivalente, mais encore ils ne peuvent recevoir d'applications pratiques à cause de leur prix trop élevé. En effet, si on tient compte de ce fait que le travail qu'ils fournissent est proportionnel au carré de la tension appliquée, on comprend facilement que le prix des armatures, sans compter le diélectrique, soit plus élevé, pour la même puissance, dans un condensateur à basse tension de 100 volts, par exemple, que dans un appareil à haute tension de 10 000 volts.

Le principe fondamental sur lequel repose la construction des condensateurs est que, pour le minimum d'encombrement et de matière employée, on obtienne le maximum de puissance.

Examinons ce qui a été fait jusqu'à présent. Les condensateurs industriels sont presque toujours constitués par une série de feuilles d'étain séparées les unes des autres par des feuilles de matière isolante (papier, mica, paraffine, cérésine, etc.). On empile ces feuilles, alternativement conductrices et isolantes, d'une manière régulière et on relie à un même conducteur toutes les feuilles d'étain de rang pair et, à un second conducteur, toutes les feuilles de rang impair, de façon à constituer les deux armatures du condensateur. Ce dispositif consiste donc à relier en quantité un grand nombre de petits condensateurs, de manière à obtenir une capacité assez grande.

Il est essentiel que la pile de feuilles, alternativement conductrices et isolantes, soit soumise à une très forte pression afin d'éviter les déformations de l'ensemble que pourraient produire les variations de température ou d'autres causes, déformations qui amèneraient une modification de la capacité du condensateur par suite des variations d'épaisseur entre les différentes feuilles qui le constituent.

Il est évident qu'entre deux feuilles d'étain successives, il existe la même différence de potentiel qu'entre les armatures du condensateur; comme, dans les condensateurs industriels, cette différence de potentiel peut atteindre quelques milliers de volts, il en résulte que les feuilles de matière isolante doivent avoir une certaine épaisseur afin de pouvoir supporter, sans risque de perforation, des tensions aussi élevées.

D'autre part, la capacité du condensateur est en raison inverse de l'épaisseur du diélectrique; c'est la raison pour laquelle il est difficile pratiquement de construire un condensateur industriel de grande capacité, pouvant supporter de hautes tensions, à moins de lui donner des dimensions exagérées qui entraînent un prix trop élevé pour que l'emploi de pareils appareils devienne industriel.

Dans les emplois industriels des condensateurs, il y a deux points à considérer. D'abord, lorsqu'on les place en série dans un circuit ayant de la self-induction dont on veut compenser les effets, ils donnent lieu à une surélévation de tension qui peut les endommager et les mettre hors de service, alors qu'au moment des essais de laboratoire, sous la tension normale de l'installation à laquelle ils sont destinés, ils ont parfaitement résisté. En outre, les diélectriques de mauvaise qualité, comme ceux qui généralement sont utilisés industriellement, soumis à des électrisations rapides et alternatives, s'échauffent et, si l'on ne prend pas de précautions particulières, cet échauffement peut avoir des conséquences dangereuses. En effet, la résistivité des isolants diminue à mesure que la température augmente et, dans ces conditions, au courant de charge vient s'ajouter un courant de conduction qui se dissipe en chaleur, comme l'indique la loi de Joule. Plus la température s'élève et plus la résistivité diminue; lorsque le phénomène s'accentue, il produit la détérioration du condensateur et c'est encore là une des principales difficultés à vaincre pour réaliser un véritable condensateur industriel.

Un point très important à considérer dans la construction d'un condensateur industriel pour

hautes tensions est la constante diélectrique et la rigidité du diélectrique employé. L'importance de la constante diélectrique est subordonnée à la rigidité, car les substances qui présentent une constante diélectrique élevée ont, en général, trop peu de rigidité pour que leur emploi constitue un avantage.

L'emploi de feuilles, adopté jusqu'à présent, présente cet inconvénient que sous cette forme, les diélectriques sont perforés sous l'action d'une tension relativement peu élevée, tandis qu'avec la même épaisseur et dans des conditions meilleures, le même diélectrique supporterait une tension beaucoup plus forte.

On peut en conclure que les condensateurs formés de feuilles sont trop coûteux et ne peuvent être utilisés industriellement. En outre, pour les applications actuelles, il faut des condensateurs pouvant emmagasiner de grandes quantités d'énergie et rester continuellement en service; l'on ne peut arriver à ce résultat avec les condensateurs constitués par des feuilles qu'en superposant plusieurs éléments de condensateur et en les reliant en parallèle. Pour éviter qu'il ne se produise des décharges latérales entre les différentes lames de condensateurs ainsi constitués, il est indispensable que l'appareil forme un bloc noyé dans la matière isolante, ce qui ne peut s'obtenir qu'avec certains diélectriques et est impossible avec d'autres. Tout point défectueux de l'appareil ainsi construit entraîne une perte d'énergie, abaisse le rendement et contribue à détériorer l'appareil, principalement lorsqu'il n'est pas possible d'assurer un refroidissement efficace par suite des exigences d'un bon isolement.

Les grandes variations de température ont, dans plusieurs modèles de condensateurs à feuilles, une action nuisible au point de vue de la durée.

Frappé des multiples inconvénients que présentent les condensateurs, M. Moscicki, à la suite de recherches et de travaux méthodiques, est arrivé à réaliser des condensateurs industriels pour hautes tensions qui paraissent devoir donner la solution de cet important problème.

Il ne sera pas sans intérêt, avant de continuer cette étude, de donner quelques détails sur les circonstances qui ont amené l'inventeur à entreprendre les recherches qui ont eu pour résultat la réalisation d'un condensateur pratique.

Les renseignements qui suivent sont empruntés à notre confrère de Berlin, l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, qui consacre un long article à l'invention de M. Moscicki.

Au commencement de l'année 1902, M. Moscicki s'occupait de l'installation électrique des laboratoires du *comité d'initiative pour l'obtention des composés nitriques* à Fribourg (Suisse), installation destinée à la fabrication de l'acide azotique à l'aide de l'azote de l'air atmosphérique.

Dès le début, M. Moscicki s'est heurté à une difficulté qui aurait pu faire échouer l'entreprise et cette difficulté était qu'il ne pouvait pas se procurer des condensateurs à haute tension pratiquement utilisables.

Il a d'abord employé plusieurs systèmes de condensateurs construits pour supporter des tensions de 10000 à 12000 volts; mais les résultats pratiques ne furent pas satisfaisants. Les deux systèmes utilisés étaient les suivants :

1° *Condensateurs formés de feuilles d'étain et de feuilles de papier et d'étoffe imprégnées d'un mélange de vernis à l'huile et de colophane.* — Pendant les chaleurs de l'été, ces condensateurs se comportent parfaitement; mais, lorsque la température est inférieure à + 8° centigrades, le diélectrique commence à se désagréger et il en résulte des décharges latérales superficielles entre les feuilles, décharges qui se manifestent par un sifflement de plus en plus intense. Après un certain temps de service, il se produit des courts circuits. Sur 48 condensateurs de ce modèle soumis à une tension de 12000 volts et n'ayant jamais été mis en service pendant plus de quatre heures consécutives, aucun n'a pu résister et tous ont subi des détériorations plus ou moins importantes;

2° *Condensateurs formés de feuilles d'étain et de feuilles de cérésine de 2 mm d'épaisseur.* — Ces condensateurs, imaginés par le professeur Lombardi, ont supporté pendant le peu de temps qu'ils ont été soumis aux essais la tension de 12000 volts. Lors des essais effectués dans l'usine Tedeschi de Turin qui les construit, ils avaient donné d'excellents résultats sous 5000 volts et on ne les avait pas garantis pour une tension de 10000 volts. Soumis à cette tension, on perçoit un léger sifflement et M. Moscicki a attiré sur ce point l'attention de M. Lombardi, en faisant remarquer que le phénomène était dû à des décharges se produisant par suite d'un isolement insuffisant entre les armatures, principalement sur les bords des feuilles du diélectrique. M. Lombardi serait depuis parvenu à éliminer complètement ce défaut, même avec des tensions de 10000 volts.

M. Moscicki, en présence du prix élevé de ces condensateurs, n'a pu continuer à les employer

et c'est alors qu'il a entrepris lui-même la construction des condensateurs qui lui étaient nécessaires.

Il n'a pas tardé à reconnaître les grandes difficultés que présentait la fabrication de condensateurs industriels et s'est rendu compte des points déffectueux inhérents à tous les condensateurs formés de feuilles.

Il est essentiel que les feuilles ainsi que les armatures forment une masse compacte afin d'éviter complètement les décharges superficielles se produisant entre les armatures. On obtient ordinairement ce résultat en noyant l'ensemble du condensateur dans une masse de matière isolante qui pénètre complètement dans les intervalles séparant deux feuilles métalliques consécutives. Il est indispensable que cette masse de matière isolante ainsi que les feuilles de diélectrique aient un point de fusion assez élevé et qu'aux basses températures il ne se produise ni retrait, ni gerçures. Les défauts que présentent la plupart des condensateurs formés de feuilles sont dus au peu de solidité du diélectrique, principalement sur les bords, et aussi à l'insuffisance du refroidissement du condensateur lorsqu'il est en fonctionnement, l'échauffement du diélectrique donnant lieu à des pertes assez grandes.

J.-A. MONTPELLIER.

(*A suivre*)

COMPTEUR ÉLECTRO-CHRONOMÉTRIQUE

Par ces temps de sports à outrance, les courses de toute espèce se multiplient : courses d'automobiles, courses de voitures attelées, courses de bicyclettes, courses à pied.., et la saison rigoureuse n'interrompt pas ces suites de matchs, mais les modifie seulement, et ce sont alors des courses en traîneaux, en ski, des concours de patineurs, etc., sans compter les courses de chevaux, les raids, qui dans tous les pays ont lieu pendant toute l'année, et les locomotives à vapeur et électriques sur rails, dont on enregistre avec soin la vitesse toujours croissante, ce qui, en réalité, constitue bel et bien un sport tout moderne.

Afin de déterminer d'une manière absolument précise la distance parcourue dans un temps donné ou inversement la durée exacte d'un parcours connu, divers appareils ou dispositifs ont été à maintes reprises combinés d'après les conditions particulières des différentes applications. Pour les courses, spécialement, il est nécessaire d'être renseigné, avec la plus grande approximation possible, du temps dépensé par les concurrents pour couvrir la piste afin de de pouvoir décerner le prix au réel vainqueur et éviter les contestations. Dans ce cas, les appareils électriques sont tout indiqués pour remplir cette fonction avec toute la précision voulue.

Le compteur électro-chronométrique que nous nous proposons de faire connaître à nos lecteurs dans les quelques lignes suivantes, a été imaginé pour les courses de « toboggan » de Saint-Moritz, l'une des stations les plus en vogue de l'Engadine. Quant au nom de l'inventeur, probablement dédaigneux de notoriété, les diverses revues anglaises et américaines qui ont parlé de cet appareil ne le mentionnent pas.

Ce mot à consonnance barbare de « toboggan », maintenant à la mode dans le monde sportif, représente simplement un traîneau construit de manières diverses suivant les multiples modes d'emploi. A Saint-Moritz, destiné à glisser sur la glace, ce traîneau est muni de patins en fer et le coureur qui y prend place le guide avec son pied au talon duquel est fixée une pointe d'acier.

La piste, longue d'environ 2 km, présente une différence de niveau de 180 m entre le point de départ et le point d'arrivée; elle comprend des courbes accentuées que l'on a relevé au moyen de plans inclinés pour permettre aux traîneaux de les franchir sans accident à de grandes vitesses.

Afin de compter exactement le temps que les concurrents mettent à parcourir la piste, un chronographe est installé à la station de départ et intercalé dans le circuit d'une source d'énergie qui comprend également deux commutateurs spéciaux X, Y, l'un au poste de départ et l'autre à l'arrivée; une ligne aérienne complète ce circuit (fig. 1).

Chaque commutateur se compose (fig. 2), d'un galet en cuivre A monté sur coussinets et dont la périphérie porte une encoche dans laquelle vient s'engager un cliquet; un bras c est claveté sur l'arbre du galet et porte un poids lourd à son extrémité de manière à pouvoir faire tourner le galet d'un certain angle dès que le cliquet en se soulevant se dégage de l'encoche. A la partie inférieure du galet, dans une cavité ménagée sur la même périphérie, est insérée une plaque d'ébonite. Une lame de ressort faisant balai vient s'ap-

puyer sur le galet et communique à l'un des fils de la ligne tandis que le galet est relié avec l'autre de ces fils. Pour maintenir le cliquet dans l'encoche, un fil de coton F est attaché à l'extrémité du levier qui commande ce cliquet

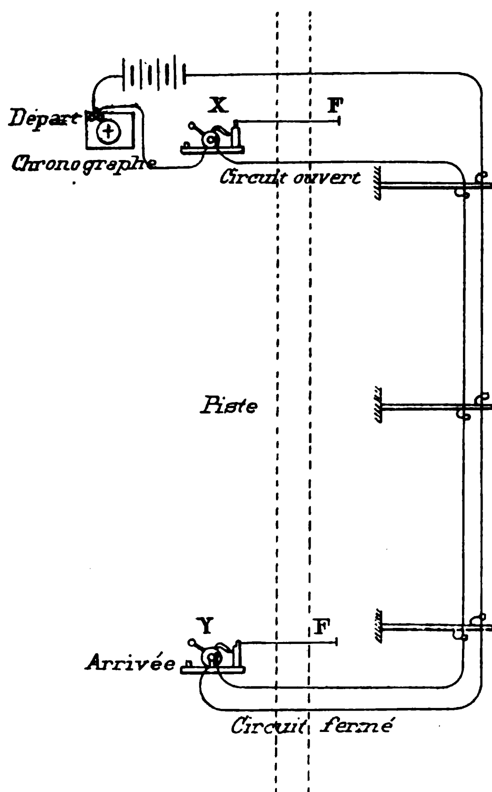


Fig. 1.

et tendu au travers de la piste. La seule différence qui existe entre les commutateurs X et Y consiste dans l'emplacement de la plaque d'ébonite venant interrompre le circuit. Dans le commutateur X, au poste de départ, cette plaque

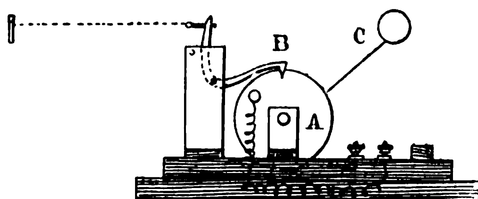


Fig. 2.

est disposée de manière à venir au contact du ressort lorsque le cliquet est encore dans l'encoche; dans le commutateur Y, au poste d'arrivée, elle se trouve un peu au dessus et ne touche pas encore la lame de contact. Il résulte de cette disposition particulière que les deux fils étant tendus et barrant la piste, le circuit est ouvert en X et fermé en Y.

Dès que part l'un des concurrents placé à quelques mètres en arrière du fil solidaire du commutateur X, il heurte ce fil et le rompt; le cliquet se soulève, le galet est dégagé et tourne entraîné par le poids C; la plaque d'ébonite ne touche plus la lame de contact, et le circuit qui était déjà fermé en Y l'est également en X; l'électro-aimant du chronographe fonctionne et dégage le mouvement d'horlogerie. Le traîneau parcourt la piste et arrive au poste terminus, il rompt le fil du commutateur Y dont le galet tourne; mais ici, au contraire, la plaque d'ébonite vient au contact de la lame et interrompt le circuit, l'armature de l'électro du chronographe s'engage de nouveau dans le cliquet de la minuterie et le mouvement s'arrête: on obtient ainsi le temps exact du parcours.

Deux nouveaux fils sont tendus et l'appareil est prêt à fonctionner de nouveau. Quant au chronographe il est muni d'une remise au zéro et son cadran est divisé de telle sorte qu'il donne les 10e ou 100e de seconde de volonté.

Par suite de la grande vitesse, au poste d'arrivée, le fil pourrait être rompu sans choc appréciable et laisser le cliquet dans l'encoche, aussi le levier doit-il être extrêmement sensible et se soulever à la plus légère vibration du fil; au contraire au départ le levier devra être moins sensible et ne céder qu'à un choc réel.

Ce compteur peut recevoir son application dans la plupart des nombreux cas que nous énumérions plus haut; il est de construction simple et son fonctionnement est absolument sûr.

Georges Dary.

RÉPONSE A QUELQUES CRITIQUES

RELATIVES A MA NOTE INTITULÉE

ACTION DE LA LUMIÈRE

SUR LA VITESSE

DE FORMATION DES ACCUMULATEURS

Le fait que j'ai observé récemment, concernant l'action exercée par la lumière sur la vitesse de formation des accumulateurs (1), constitue un fait réellement nouveau et qui, par cela même, n'a pas encore été décrit dans aucun traité d'accumulateurs.

On a prétendu que d'autres observateurs avaient connu avant moi l'influence de la lumière sur la formation des plaques d'accumulateurs, mais cela n'est pas tout à fait exact, et voici pourquoi :

(1) Voir l'*Electricien* du 6 février 1904, page 89.

1° Parce qu'on n'a jamais étudié quelle était l'action de la lumière ou de l'obscurité sur la vitesse de formation des plaques négatives.

2° Parce qu'on n'a pas non plus déterminé le rôle que jouait la lumière ou l'obscurité dans la vitesse de formation des plaques positives à oxyde rapporté, ni même de celles du type Planté.

La seule observation intéressante qu'on en ait faite consiste dans la démonstration qu'une lame de plomb recouverte préalablement d'une couche de peroxyde de plomb électrolytique, subissait une modification dans sa teinte par l'action de la lumière.

Pour établir ce fait, M. Schoop découpa dans une feuille de plomb, qui avait été auparavant peroxydée par le procédé Planté, 2 lamelles, et il exposa l'une d'elles à l'action des rayons solaires et plaça l'autre dans l'obscurité.

Après quelques heures, il constata que la couleur du peroxyde, noire d'abord sur les deux lamelles, était notablement modifiée sur la lamelle insolée. A la lumière solaire, la teinte noire était devenue rouge fauve, tandis que la lamelle restée dans l'obscurité avait conservé sa couleur noire.

De ce qui précède, il résulte donc que M. Schoop n'a étudié, en réalité, que l'action de la lumière et de l'obscurité sur une lame de plomb recouverte de peroxyde électrolytique et non pas sur une électrode positive à oxyde rapporté, pendant sa formation, ce qui n'est pas du tout la même chose. Les observations qui ont été faites, relatives à l'action de la lumière sur le peroxyde de plomb, se rapprocheraient plutôt de celles que j'avais faites, il y a quelque temps, concernant l'action de la lumière sur le sous-chlorure d'argent.

Et, en effet, voici ce que j'avais observé (1).

Lorsqu'on plonge pendant quelques minutes (10 à 15) dans une solution de chlorure ferrique à 40°, une lame d'argent, celle-ci se recouvre d'une couche excessivement mince de sous-chlorure d'argent violet foncé.

Si l'on expose ensuite cette lame, après l'avoir lavée et essuyée, à l'action de la lumière on observe ce fait singulier qu'elle blanchit, ou du moins que sa teinte devient plus claire, comme cela s'observe avec le peroxyde de plomb dont la teinte devient également plus claire en passant du brun noir au brun rougeâtre.

En exposant cette lame recouverte de sous-chlorure aux différentes parties du spectre solaire, j'ai obtenu les résultats suivants :

Rayons rouges. — La teinte du sous-chlorure devient plus foncée.

Rayons jaunes. — La teinte du sous-chlorure devient un peu plus foncée, mais pas autant que dans les rayons rouges.

(1) Voir le *Formulaire physico-chimique*, par D. Tommasi, p. 437.

Rayons verts. — La teinte du sous-chlorure blanchit fortement.

Rayons bleus. — La teinte du sous-chlorure blanchit aussi fortement qu'à la lumière ordinaire.

Rayons violets. — La teinte du sous-chlorure blanchit très faiblement.

En serait-il de même, si l'on exposait aux divers rayons du spectre solaire une lame de plomb recouverte de peroxyde de plomb?

D. Tommasi.

LES COURANTS TELLURIQUES

M. Guarini, dans une conférence faite devant la Société belge d'astronomie sur les courants telluriques, développe toute une théorie sur leur origine, leur direction, leur fonctionnement. L'*Electricien* du 21 mai a reproduit le résumé de cette conférence et, bien que surpris de certaines déclarations de M. Guarini, nous nous serions abstenu de toute réponse, si les revues françaises et étrangères n'avaient pas, à l'envi, inséré ce compte-rendu. Dans ces conditions nous tiendrons préférable de dissiper les quelques malentendus qui pourraient résulter de cette lecture.

M. Guarini considère comme sienne la théorie qui attribue l'origine des courants telluriques à un effet cosmique, c'est-à-dire à la rotation de la terre en face du soleil. Et ce serait pour cette *nouvelle* conception que M. le président de la Société belge d'astronomie aurait adressé de vives félicitations à l'auteur. Il faut bien que M. Guarini se persuade qu'en fait d'électricité atmosphérique et de magnétisme terrestre, « il n'y a rien de nouveau sous le soleil », c'est bien le cas de le dire ici, et que toutes ces hypothèses ont été émises successivement depuis longtemps, répétées, modifiées, renouvelées sous une forme ou sous une autre.

Si M. Guarini veut s'en convaincre et qu'il ne veuille pas pousser trop loin les recherches bibliographiques, qu'il lise le résumé que nous avons fait de quelques-unes de ces hypothèses dans ces mêmes colonnes, le 9 août 1902, p. 84. Si, au contraire, il désire s'assurer de la véracité de nos déclarations, qu'il se reporte sans même remonter jusqu'à Ampère aux formes indiquées dans la liste suivante et il y verra développée toute la genèse de sa théorie :

Comptes-rendus de l'Académie des Sciences pour 1880. T. II, p. 223, note de M. Selim Lemström.

Comptes-rendus de l'Académie des Sciences pour 1887. Séance du 9 mai. Note de M. Lagrange.

Comptes-rendus de l'Académie des Sciences pour 1887, Séance du 16 mai. Note de M. Lagrange.

Etude sur les courants telluriques. Blavier. 1884. p. 11.

Etudes sur les aurores boréales. Lemström, p. 77.

Physical Society. Londres 1886. Séance du 30 avril. Note de M. Balfour-Stewart.

Comptes-rendus de l'Académie des Sciences pour 1886. Séance du 16 août. Note de M. Landerer.

Sociétés électrotechniques de Francfort-sur-Mein. 1886. Séance du 8 novembre. Note de M. Heisig.

Recherches sur l'Electricité, par Gaston Planté.

Et nous pourrions encore citer notre ouvrage « Electricité dans la Nature » de 1893, et cela sans aucun but de réclame!

Que M. Guarini ne se rejette pas alors sur l'action des rayons ultra-violets ni sur la nouvelle théorie de l'ionisation des corps, il se trouverait de nouveau en pays conquis.

La seule partie de la théorie de M. Guarini qu'il pourrait peut-être revendiquer comme sienne est relative aux inductions successives de l'atmosphère à la terre qui auraient comme résultat de déterminer la direction des courants telluriques de l'ouest à l'est, c'est-à-dire de même sens que la rotation de la terre. Or justement, sans même aborder le mécanisme de ces inductions sur lequel il y aurait beaucoup de choses à dire dans ce cas spécial qui détruit entièrement les respectables hypothèses d'Ampère et de tous ses successeurs, nous ne voyons plus bien clairement le fonctionnement de l'aiguille aimantée, si facile à expliquer lorsqu'on conserve, ainsi que tous les savants précités l'ont fait, la résultante des courants telluriques dirigée de l'est à l'ouest.

Lorsqu'on aborde les sujets si complexes de l'électricité atmosphérique et du magnétisme terrestre, il ne messiérait pas de se contenter du mot *hypothèse*. L'appellation de *théorie* est souvent bien audacieuse et du moment qu'un ensemble de lois ne peut se compléter et s'affermir par les bases solides de l'expérience et de la vérification elles cessent de représenter une *théorie* et ne peuvent se soutenir qu'en qualité d'hypothèses plus ou moins vraisemblables. Nous aimons à nous rappeler à ce sujet la devise que Gaston Planté ne dédaignait pas d'écrire en tête de ses ouvrages : *Quæro, pater, non affirmo.*

Georges DARY.

LE CONGRÈS INTERNATIONAL D'ÉLECTRICITÉ

A SAINT-LOUIS

Les revues techniques américaines viennent de publier la liste suivante des communications qui seront faites au Congrès international d'électricité qui doit se réunir en septembre à l'Exposition de Saint-Louis.

SECTION. A — *Electricité théorique.*

Président : le professeur E.-L. Nichols;
Secrétaire : le professeur H.-T. Barnes.

La conduction métallique, par le professeur docteur Paul Drude.

Les étalons électriques, par le professeur docteur W. Jaeger.

Les ions, par Sir Oliver Lodge.

La magnétostriction, par le professeur H. Nagaoko.

La théorie de l'ionisation par collision, par le professeur J.-S. Townsend.

Les étalons secondaires de lumière, par M. J. Violle.

Phénomènes de condensation, par M. C.-T. R. Wilson.

Phénomènes magnéto-optiques, par le professeur P. Zeemann.

L'équivalent mécanique de la chaleur et sa mesure par des méthodes électriques, par le professeur H.-T. Barnes.

L'électricité atmosphérique, par le docteur Carl Barus.

Etat actuel de nos connaissances relatives au magnétisme terrestre, par le docteur Louis-A. Bauer.

Les phénomènes magnéto-optiques, par le professeur D.-B. Brace.

Valeur absolue de la force électromotrice des éléments étalons Clark et Weston, par le professeur H.-S. Carhart et G.-W. Patterson junior.

L'arc électrique, par le professeur C.-D. Child.

L'action des cohéreurs, par le docteur K.-E. Guthe.

Les décharges électriques dans le gaz, par le professeur E.-P. Lewis.

L'électrostriction, par le professeur L.-T. More.

Les longueurs d'ondes non obtenues entre les ondes thermiques les plus longues et les ondes électriques les plus courtes mesurées jusqu'à présent par le professeur E. Fox Nichols.

Les étalons de lumière, par le professeur E. L. Nichols.

Effet magnétique des charges en mouvement par Harold Pender.

Théorie de l'électricité, par le docteur M.-J. Pupin.

Les mesures des courants alternatifs, par le docteur Edward-B. Rosa.

Variations radioactives, par le professeur E. Rutherford.

La radioactivité de l'atmosphère, par le professeur J.-C. Mc Lennan.

Les décharges électriques dans les gaz, par le professeur J. Trowbridge.

Théorie de l'électricité, par le professeur A.-G. Webster.

SECTION B. — *Applications générales.*

Président : le professeur C.-P. Steinmetz;
Secrétaire : le professeur S. Sheldon.

Commutation des courants continus, par le professeur E. Arnold.

Les alternateurs compensés, par le docteur O.-S. Bragstad.

Unification des types de machines dynamo-électriques et d'appareils électriques, par le colonel R.-E. Crompton.

Calcul des alternateurs, par M André Blondel

Sur la nature de la radioactivité de l'atmosphère et des corps terrestres, par les docteurs Elster et Geitel.

La distribution de la tension et de l'intensité dans les réseaux de conducteurs fermés par M. C. Feldmann.

Autorégulation et compoundage des machines synchrones, par M. A. Heyland.

Une communication de M. W.-M. Mordey dont le sujet sera ultérieurement indiqué.

Les redresseurs de courant, par M. A. Nodon.

L'électricité dans l'ancienne Egypte, par sir W. Preece.

Les fuites magnétiques dans les machines à courant alternatif, par le professeur C.-A. Adams.

Les moteurs électriques dans les ateliers, par M. C. Day.

La capacité des câbles et des conducteurs, par M. J.-W. Esterline.

Distances explosives correspondant aux différentes tensions, par M. H.-W. Fischer.

Le choix des isolateurs, par le professeur H.-J. Ryan.

La régulation des alternateurs, par M. D.-B. Rushmore.

De l'influence de la forme des ondes sur les indications des compteurs pour courants alternatifs, par le professeur E.-B. Rosa.

L'installation d'un laboratoire d'essais industriels, par le docteur Clayton H. Sharp.

Les transformateurs à très hautes tensions, par le professeur H.-B. Smith.

SECTION C. — *Electrochimie.*

Président : le professeur H.-S. Carhart.
Secrétaire : M. Carl Hering.

Méthodes de détermination du degré de dissociation, par le professeur S. Arrhenius.

L'électrométallurgie du nickel, par le docteur W. Borchers.

Méthodes électrolytiques de fabrication rapide des tubes et feuilles de cuivre, par S.-O. Cooper-Cowles.

Une communication du docteur F. Dolezalek dont le sujet sera ultérieurement indiqué.

Procédé électrique d'extraction de l'azote de l'air, par J. Sigfried-Edstrom.

L'aluminothermie, par le docteur H. Goldschmidt.

Les corrosions électrolytiques dans le sol, par le professeur-docteur F. Haber.

L'électrométallurgie du fer et de l'acier, par le docteur P.-C.-L. Héroult.

La fusion des chlorures, par M. J. Swinburne.

La chimie de l'électrodéposition, par le professeur W.-D. Bancroft.

Le voltamètre à plomb, par M. A.-G. Betts et le docteur Edward Kern.

La préparation des matières pour les éléments de piles étalons, par le professeur H.-S. Carhart et le docteur C.-A. Hulett.

Les accumulateurs alcalins, par Thomas-A. Edison.

Le voltamètre à argent, par le docteur K.-E. Guthe.

Les unités employées en électrochimie, par M. Carl Hering.

Notes sur l'affinage électrolytique du cuivre, par M. J.-T. Morrow.

L'énergie absorbée dans l'électrolyse, par le professeur J.-W. Richards.

Relation entre la théorie des atomes compressibles et l'électrochimie, par le professeur T.-W. Richards.

SECTION D. — *Transmission électrique de l'énergie.*

Président : M. Charles-F. Scott.
Secrétaire : le docteur Louis Bell.

Les installations de transport électrique d'énergie en Suisse, par M.-E. Bignami.

Conditions permettant d'obtenir l'économie

dans les projets de moteurs, par M.-H.-M. Hobart.

Transmission de courants alternatifs sur des lignes présentant de la capacité, par M. Maurice Leblanc.

Utilisation des forces hydrauliques en Italie, par le professeur G. Mengarini.

Hautes tensions, transmissions à grandes distances et contrôle, par M. F.-G. Baum.

L'emploi des tourelles dans la construction des lignes, par M F.-O. Blackwell.

Emploi de l'aluminium comme conducteur dans les lignes électriques, par M. H.-W. Buck.

Isolateurs pour hautes tensions, par M V.-G. Converse.

Construction des lignes à haute tension et leur isolement, par M. H. Gerry-Jun.

Systèmes de transmission, par M L-M. Hancook.

Quelques essais pratiques de fonctionnement en parallèle de plusieurs stations génératrices, par MM. J.-F. Kelly et A.-C. Bunker.

Problèmes relatifs à la transmission et à la distribution du courant particulièrement en ce qui concerne la traction électrique par courant alternatif simple, par M. P.-N. Lincoln.

Distance maximum à laquelle la puissance peut être transmise économiquement, par M. R.-D. Mershon.

La station Pioneer de la *Telluride Power C°*, par M. P.-N. Nunn.

Les transformateurs à haute tension dans les transports électriques d'énergie à grande distance, par M. J. S. Peck.

La pratique américaine dans les installations à haute tension, par le docteur F. A. C. Perrine.-

Théorie des moteurs à courant alternatif simple, par le docteur C.-P. Steinmetz.

SECTION E. — *Eclairage électrique et distribution.*

Charbons imprégnés pour lampes à arc, par le professeur André Blondel.

Moteurs à courant alternatif simple, par M. Max Deri.

Tarifs des distributions d'énergie électrique, par M. E de Fodor.

Matières isolantes pour câbles à haute tension, par l'ingénieur E. Jona.

Moyens de compenser les connexions en série des moteurs d'induction, par le professeur W. Kübler.

Les batteries d'accumulateurs, par M. Karl Roderbourg.

Limites commerciales de la transmission électrique de l'énergie en ce qui concerne le service de l'éclairage, par l'ingénieur Guido Semenza.

La supériorité du courant alternatif pour la distribution de l'énergie électrique dans les grandes villes, par le docteur G. Stern.

Mesure de l'intensité lumineuse et des radiations calorifiques des sources de lumière électrique, par le docteur W. Wedding.

Récents perfectionnements apportés aux compteurs électrolytiques, par M. Arthur Wright.

Une communication du professeur S. P. Thompson dont le sujet sera indiqué ultérieurement.

Essai des alternateurs, par M. B.-A. Behrend.

Protection et contrôle des grandes installations d'éclairage par M. George Eastman.

Les transformateurs tournants et les moteurs générateurs au point de vue de la transformation des courants alternatifs à haute tension en courants à basse tension pour les canalisations urbaines, par M. W.-C-L. Eglin.

L'emploi des turbines à vapeur dans les stations centrales, par W. L.R. Emmet.

Les canalisations électriques souterraines, par Louis A. Ferguson.

Emploi des batteries d'accumulateurs dans les stations centrales, par M. Gerhard Gœttling.

Les compteurs électriques américains, par M Ross Green.

L'utilité de l'emploi des compteurs au point de vue de l'exploitation, par M. Caryl D. Haskins.

Les turbines à vapeur, par M. Francis Hodgkinson.

Les lampes à incandescence, par M. John W. Howell.

La théorie et la pratique des systèmes de distribution, par M. Philip Torchio.

Du choix d'un système de distribution pour une grande ville, par M. W.-F. White.

Actuellement, on compte plus de 1700 adhésions de membres du Congrès qui se tiendra du 12 au 17 septembre à Saint-Louis.

Le nombre de communications annoncées dépasse 160 et le Secrétaire général a adressé une pressante invitation à tous ceux qui doivent présenter des communications pour que le texte lui en soit adressé dans les premiers jours de juillet, afin que l'on puisse les faire imprimer pour les distribuer au moment du Congrès.

Toutes les communications doivent être adressées à M. le docteur A. E. Kennelly, secrétaire général, à l'Université d'Harvard à Cambridge, Mass. (Etats-Unis).

INSTRUCTIONS
SUR LE MONTAGE
DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES
JUSQU'A 600 VOLTS

Les services électriques de l'Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur à Mulhouse et Nancy, de l'Association lyonnaise des propriétaires d'appareils à vapeur, de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise, de l'Association des industriels du nord de la France et de l'Association normande pour prévenir les accidents, viennent de rédiger une nouvelle édition de leurs instructions sur le montage des installations électriques jusqu'à 600 volts.

A cause du grand intérêt que présentent ces instructions et de leur utilité incontestable, nous sommes heureux de pouvoir en reproduire le texte intégral, persuadé qu'elles rendront service à un grand nombre de nos lecteurs.

Ces instructions concernent les installations électriques dont la tension effective entre deux conducteurs quelconques est inférieure à 600 volts en courant continu ou alternatif, à l'exception des installations de télécommunication (télégraphes, téléphones, signaux, etc.). Cependant, si ces dernières sont en connexion directe avec une installation industrielle, ces instructions leur sont applicables.

§ 1.

Dispositions générales concernant la sécurité des personnes.

a) Dans les **ateliers, magasins, appartements, cours** et d'une manière générale dans tous les locaux ou emplacements accessibles normalement à des personnes autres que celles préposées au service de l'installation électrique, tous les conducteurs nus sous tension doivent être protégés et disposés de façon qu'ils ne puissent être touchés, même accidentellement, par les personnes étrangères à leur service. *Lorsque la tension ne dépassera pas 200 volts effectifs en courant alternatif ou 400 volts en courant continu* (1), on pourra tolérer que les collecteurs, bagues, balais et autres organes exigeant une surveillance spéciale restent découverts et accessibles, à condition que le local soit sec et le sol isolant.

b) Dans les **salles de machines, cabines de moteurs, postes de distribution,** c'est-à-dire dans tous les locaux ou emplacements qui ne sont normalement accessibles qu'au personnel de service, les conducteurs nus sous tension peuvent rester découverts tant que *la tension ne dépasse pas 200 volts effectifs en courant alternatif ou 400 volts en courant continu* (1). *Au-dessus de ces limites*, lorsque les conditions d'exploitation ne permettront pas de protéger ou couvrir les conducteurs, on devra prendre des dispositions telles que l'on ne puisse les atteindre ou les desservir sans être isolé de la terre, c'est-à-dire sans se trouver sur un plancher ou tapis isolant (voir ci-dessous *f)*. La disposition des conducteurs accessibles devra être telle que les chances de contacts simultanés de deux pôles ou phases différentes soient réduites au minimum.

c) Dans les **cabines de transformateurs,** dans les **espaces derrière les tableaux de distribution** et en général dans tous les locaux de ce genre, qui ne sont accessibles en service qu'à des personnes responsables, les conducteurs nus peuvent être tolérés quelle que soit la tension, à condition qu'il y ait un plancher isolant (voir ci-dessous *f)*.

d) En outre, dans les installations dans lesquelles *la tension dépasse ou peut dépasser 200 volts alternatif ou 400 volts continu* (1), on doit prendre l'une ou l'autre des précautions suivantes, **dans tous les locaux,** qu'ils soient accessibles ou non aux personnes étrangères au service :

1° Protection par isolement. — Dans ce cas, tous les corps bons conducteurs se trouvant dans le voisinage immédiat de conducteurs sous tension tels que bâtis de machines, de transformateurs, d'excitatrices, cadres métalliques de tableaux de distribution, enveloppes de protection, appareillage métallique de lampes, lustres, etc., doivent être soigneusement isolés de terre et entourés de planchers ou tapis isolants, de telle façon qu'une même personne ne puisse toucher simultanément un objet conducteur isolé et un objet conducteur non isolé.

2° Protection par mise a la terre. — Dans ce cas, tous les corps conducteurs cités ci-dessus, se trouvant dans le voisinage immédiat de conducteurs sous tension, doivent être soigneusement reliés entre eux et mis à la terre.

La mise à la terre n'exclut pas l'emploi de planchers ou tapis isolants qui ne sont plus indispensables quand aucun conducteur sous tension n'est accessible, mais qui donneront en général un surcroit de sécurité.

e) Dans les **locaux très humides** ainsi que dans les industries dans lesquelles la résistance ohmique du corps humain se trouve être considérablement réduite, il y aura lieu d'éviter l'emploi de *tensions supérieures à 200 volts alternatif ou 400 volts continu* et, en outre, il faudra prendre des précautions spéciales, même en dessous de ces tensions.

f) Planchers isolants. — Les planchers ou tapis

(1) Soit entre deux conducteurs quelconques, soit entre un conducteur et la terre.

isolants doivent être suffisamment larges pour qu'il ne soit pas possible de toucher aux conducteurs, sous tension ou isolés, en se tenant en dehors. Pour les tensions considérées, le bois sec ou le linoléum peuvent suffire comme isolants.

g) Mise a la terre. — Un conducteur est considéré comme mis à la terre lorsqu'en aucun cas la différence de potentiel entre ce conducteur et la terre ne pourra devenir *supérieure à 25 volts.*

A. — MACHINES ET TRANSFORMATEURS

§ 2.

a) Les machines électriques et transformateurs doivent être montés dans des locaux autant que possible secs, où, dans des conditions normales, il ne peut pas se produire d'explosion par inflammation de gaz, de poussières ou de matières filamenteuses.

b) L'installation doit être faite de telle sorte que la production éventuelle d'étincelles ne puisse pas provoquer l'inflammation de matières combustibles. Les transformateurs à huile doivent être écartés de tous matériaux combustibles et placés de façon que dans le cas de débordement et d'inflammation, l'huile enflammée ne puisse s'épandre.

c) Quant à la sécurité des personnes, les mesures de précaution à observer dans la disposition des machines et transformateurs sont celles indiquées § 1.

(Pour les machines à collecteurs, sauf celles directement accouplées à leur machine motrice, la protection par isolement § 1, *d)* 1° sera souvent préférable à celle par mise à la terre.)

B. — ACCUMULATEURS

§ 3.

a) Les locaux renfermant des accumulateurs doivent être ventilés de façon efficace. Le seul mode d'éclairage qui y soit toléré est celui par lampes à incandescence dans le vide et il ne doit y être fait usage que d'interrupteurs hermétiques et d'appareillage résistant à l'action de l'acide.

Le sol et le plafond des locaux, les ferrures et les boiseries doivent être rendus inattaquables aux acides.

Tout tassement du sol et toute déformation des supports doivent être impossibles.

b) Chaque élément d'accumulateur doit être isolé de l'étagère ou du châssis et ceux-ci de la terre au moyen de verre, de porcelaine ou de matières analogues non hygroscopiques.

c) Pour les batteries d'accumulateurs les dispositions du § 1, *b)* sont modifiées en ce sens que les éléments doivent être disposés de telle façon qu'il soit impossible de toucher simultanément deux éléments ayant à la décharge une différence de potentiel *supérieure à 125 volts*; ils doivent être accessibles au moins sur une de leurs faces latérales.

Pour les batteries de *plus de 250 volts* les passages d'accès doivent être garnis d'un plancher isolant.

C. — TABLEAUX DE DISTRIBUTION

§ 4.

a) Les tableaux de distribution doivent être construits en matières incombustibles et non hygrométriques. L'ardoise ne pourra être employée.

b) Les tableaux de plus de 0,5 m² de surface doivent présenter à l'arrière un espace libre d'au moins 75 cm en largeur et 2 m en hauteur, afin que les raccords et connexions soient accessibles. Lorsqu'il est impossible d'obtenir cet écartement, ainsi que pour les tableaux de moins de 0,5 m², on devra prendre les dispositions spéciales pour permettre l'accès facile aux connexions (voir § 1, *c* et *f*).

c) Les câbles de raccordement des machines avec le tableau seront munis d'une protection efficace contre l'intrusion de l'humidité et les détériorations.

d) Les coupe-circuits, interrupteurs, commutateurs, parafoudres et tous les appareils produisant une interruption de courant, doivent être disposés et protégés de telle façon que leur fonctionnement ou leur manœuvre ne puisse occasionner aucun accident.

e) Les pièces conductrices, les raccords et les contacts des interrupteurs doivent avoir des dimensions telles, que leur température maximum ne dépasse jamais de plus de 30° C la température ambiante.

La température des rhéostats ne devra pas dépasser 200° C; leurs cadres ou enveloppes devront être incombustibles et leur disposition sera telle que les parties voisines ne puissent pas s'échauffer de plus 30° C au-dessus de l'ambiante.

f) Quant à la sécurité des personnes, les mesures de précaution qui sont à observer dans la disposition des tableaux sont celles indiquées au § 1.

g) Les appareils de manœuvre et de sécurité doivent être munis de plaques indicatrices.

Il est recommandable de distinguer les conducteurs de polarités ou de phases différentes par couleurs différentes.

Quand les connexions d'un tableau ne seront pas absolument évidentes *a priori*, il sera bon d'afficher à proximité un schéma ou dessin schématique du tableau indiquant clairement toutes les connexions ainsi que la destination des différentes lignes qui en partent.

D. — LIGNES

SPÉCIFICATION DES CONDUCTEURS

§ 5.

Résistivité.

a) Le cuivre employé pour les fils et câbles nus ou isolés aura une résistivité au plus égale à 1,65 microhm-centimètre à 0° C.

b) Sauf indications contraires, on admettra comme coefficient de variation de la résistivité en fonction de la température 0,004 par degré C.

c) Cependant les fils servant à la construction des lignes aériennes pourront faire exception à ces règles et dans ce cas ils seront désignés sous le nom de bronze.

§ 6.

Conditions de résistance mécanique.

a) On désigne sous le nom de cuivre mou celui ayant une résistance à la rupture inférieure à 25 kg par mm².

b) Sous le nom de cuivre demi-dur, celui ayant une résistance comprise entre 25 et 35 kg.

c) Sous le nom de cuivre dur, celui ayant une résistance supérieure à 35 kg.

d) Pour les fils et câbles isolés destinés à être posés à l'intérieur des bâtiments on ne doit employer que du cuivre mou.

§ 7.

Dimensions minima.

a) *Conducteurs nus.* — Pour les conducteurs en cuivre la section la plus faible tolérée est de :

3 mm² (diamètre 2 mm) à l'intérieur des bâtiments ;

5 mm² (diamètre 2,5 mm) à l'extérieur.

Pour les fils de bronze la section la plus faible tolérée est de 3 mm² (diamètre 2 mm).

b) *Conducteurs isolés.* — La section la plus faible tolérée est de 0,64 mm² correspondant au fil de 0,9 mm de diamètre.

Exception est faite toutefois pour les fils d'appareillage des lustres où l'on peut encore admettre 0,5 mm².

c) Le conducteur des fils ou câbles souples doit se composer de fils ayant au plus 0,2 mm de diamètre.

§ 8.

Densité de courant.

a) En dehors de toute considération de chute de tension, la section des conducteurs, en cuivre ou autres métaux, doit être telle que l'échauffement en régime normal ne dépasse pas 10° C (au-dessus de l'ambiante). Les conducteurs soumis à un régime variable doivent satisfaire à la même condition d'échauffement.

b) Pour les conducteurs en cuivre l'intensité maximum tolérée en régime normal pour une section donnée est indiquée dans le tableau suivant (1).

(1) Ce tableau a été établi avec la condition d'échauffement à 10° C, c'est-à-dire que pour des intensités doubles de celles tolérées normalement l'échauffement atteindrait 40° C. Exceptionnellement on pourra admettre des intensités dépassant de 30 0/0 les intensités indiquées au tableau pour des *lignes principales d'alimentation* (feeders), quand celles-ci seront protégées par des coupe-circuits électromagnétiques déclenchant au plus à 1 1/2 fois le courant normal.

Diamètre en mm.	Section en mm² (1).	Intensité en ampères		
		Lignes extérieures et aériennes (nues ou isolées)	Lignes à l'intérieur des bâtiments (nues ou isolées).	Câbles souterrains [Voir c.]
0,9	0,65	»	3	»
1,2	1	»	5	»
1,6	2	»	7,5	»
2	3	»	10	»
2,5	5	30	15	30
3	7	40	20	40
3,5	9	50	25	50
»	14	70	35	70
»	18	80	50	80
»	25	100	60	100
»	38	140	80	130
»	50	175	100	150
»	60	200	115	165
»	75	240	125	190
»	100	290	175	215
»	125	320	200	240
»	150	370	235	260
»	175	410	260	285
»	200	460	290	310
»	250	550	340	350
»	300	650	400	400
»	400	800	480	470
»	500	940	560	520
»	600	1 050	640	575
»	800	1 300	800	650
»	1 000	1 500	950	750

(1) Dans le but d'uniformiser le matériel d'installation, il est recommandé de n'employer jusqu'à 50 mm² que les sections indiquées dans le tableau.

c) Pour les câbles souterrains à plusieurs conducteurs le tableau précédent est applicable en faisant la somme des sections et des intensités de tous les conducteurs d'un câble (par exemple un câble de 3 × 50 mm² ne pourra être chargé au maximum qu'à $\frac{260}{3} = 87$ ampères par conducteur). Les chiffres indiqués au tableau précédent pour les câbles souterrains ne sont valables que pour des câbles posés directement en terre et séparés d'autres câbles par une couche de terre ou de sable et non pour des câbles posés à l'air libre ou dans des caniveaux. Ces derniers doivent être traités comme des conducteurs posés à l'intérieur des bâtiments.

SPÉCIFICATION DE L'ISOLATION DES CONDUCTEURS

§ 9.

Généralités.

a) L'isolation des fils et câbles doit se composer d'un isolant électrique recouvert d'une protection mécanique.

b) Dans les conditions normales de son emploi, l'isolant doit satisfaire aux conditions suivantes :

Conserver ses propriétés isolantes;

Ne pas devenir cassant;

Ne pas attaquer le conducteur.

Il résulte de cette dernière condition que le conducteur de tous les fils et câbles recouverts d'un isolant contenant du soufre, tel que le caoutchouc vulcanisé, doit être étamé.

c) Pour le caoutchouc entrant dans les isolations spécifiées ci-après on distingue :

1° Le caoutchouc dit « *ruban para* » employé sous forme de ruban, constitué par du caoutchouc para pur non chargé, vulcanisé sans excès de soufre.

Il doit supporter à la température de 15° C et dans l'espace de 30 secondes 10 allongements successifs le portant à six fois sa longueur primitive sans qu'il se produise ni gerçures ni cassures.

2° Le caoutchouc dit « *naturel* » constitué par un ruban de caoutchouc para pur non chargé, vulcanisé seulement après enroulement.

3° Le caoutchouc dit « *vulcanisé* » employé sous forme de gaine et vulcanisé pendant la fabrication du fil.

d) L'enveloppe protectrice des fils et câbles doit avoir des qualités mécaniques telles que l'isolant ne soit pas endommagé lors du montage et des nettoyages ordinaires.

§ 10.

Fils et câbles ordinaires.

A. Isolation « légère ». — Elle doit comprendre au moins deux couches de coton (ou matières analogues) protégées par une tresse enduite.

B. Isolation « moyenne ». — Elle doit comprendre soit :

a) Un *ruban para* enroulé soigneusement et avec recouvrements. Le poids minimum en grammes de ce ruban par mètre de fil simple sera exprimé par le même chiffre que celui indiquant le diamètre du fil en millimètres; ou

b) Une *gaine de caoutchouc vulcanisé* dont l'épaisseur suivant le rayon aura au moins

$$(0,4 + 0,1\ d)\ \text{mm}.$$

(*d* étant le diamètre total de l'âme en mm) sans condition d'étanchéité.

La protection mécanique sera assurée par un ou deux rubans caoutchoutés ou tresses enduites.

C. Isolation « forte » (300 mégohms). — Elle doit comprendre :

Deux couches de caoutchouc, dont l'une au moins sous forme de *gaine vulcanisée, complètement imperméable* et dont l'épaisseur totale suivant le rayon aura au moins

$$(0,9 + 0,1\ d)\ \text{mm}.$$

(*d* étant le diamètre total de l'âme en millimètres).

La protection mécanique sera assurée par deux rubans caoutchoutés ou tresses enduites.

D. Isolation « très forte » 600 mégohms. — Elle doit comprendre *deux couches de caoutchouc vulcanisé complètement imperméables* dont l'épaisseur totale mesurée suivant le rayon aura au minimum :

$$(1,1 + 0,1\ d)\ \text{mm}.$$

La protection mécanique sera assurée par deux rubans caoutchoutés ou tresses enduites.

E. Isolation « supérieure » (1200 mégohms). — Elle doit comprendre :

Une couche de *caoutchouc naturel*,

Deux gaines de *caoutchouc vulcanisé complètement imperméables* dont l'épaisseur mesurée suivant le rayon aura au moins

$$(1,3 + 0,1\ d)\ \text{mm}.$$

La protection mécanique sera assurée par deux rubans caoutchoutés ou tresses enduites.

§ 11.

Fils souples.

Les fils souples ne pourront être employés qu'autant que leur isolation satisfera au moins aux spécifications suivantes :

F. Isolation « moyenne ». — Elle doit comprendre soit :

a) 2 couches de *ruban para* avec les guipages nécessaires; soit

b) 2 couches *caoutchouc naturel* avec les guipages nécessaires; soit

c) 1 gaine de *caoutchouc vulcanisé* sans condition d'étanchéité.

Dans la spécification *a*) et *b*) le poids minimum en grammes de caoutchouc par mètre de fil simple sera exprimé par le même chiffre que celui indiquant le diamètre de l'âme en millimètres.

Dans la spécification *c*) l'épaisseur de la gaine de caoutchouc mesurée suivant le rayon aura au moins

$$(0,5 + 0,1\ d)\ \text{mm}$$

(*d* étant le diamètre de l'âme en millimètres).

La protection mécanique sera assurée par un tressage en soie ou en coton glacé.

G. Isolation « forte » (300 mégohms). — Elle doit comprendre :

2 couches de *caoutchouc*, dont l'une au moins *vulcanisée et complètement imperméable*, dont l'épaisseur totale mesurée suivant le rayon aura au moins

$$(0,7 + 0,1\ d)\ \text{mm}.$$

La protection mécanique sera assurée par une tresse en soie ou fil glacé.

H. Isolation « très forte » (600 mégohms). — Elle doit comprendre :

2 couches de *caoutchouc vulcanisé complète-*

ment imperméables et dont l'épaisseur mesurée suivant le rayon aura au moins :

$$(0{,}9 + 0{,}1\ d) \text{ mm.}$$

La protection mécanique sera assurée par une tresse en soie ou fil glacé.

Fils souples pour équipement de lustres. — Pour les fils d'équipement de lustres correspondans aux spécifications G et H on pourra réduire les épaisseurs minima des isolants d'un tiers à la condition que la couche protectrice extérieure soit constituée par un tressage de soie cirée.

§ 12.

Fils et câbles à revêtement métallique.

Les câbles qui seront recouverts d'une enveloppe métallique non étanche (plomb mince ou tressage métallique) devront avoir au moins une isolation correspondant aux spécifications D, E, H.

I. — Les fils et câbles recouverts d'une couche de plomb d'une épaisseur minimum (mesurée suivant le rayon) de

$$(1 + 0{,}1\ d) \text{ mm.}$$

pourront avoir une isolation constituée de fibres imprégnées dont l'épaisseur même, mesurée suivant le rayon, correspondra à la formule

$$(1{,}6 + 0{,}1\ d) \text{ mm.}$$

La section minimum admissible pour cette dernière catégorie est de 5 mm².

SPÉCIFICATION DU MATÉRIEL DE POSE

§ 13.

Isolateurs. — Tubes. — Moulures.

a) Isolateurs. — On entendra par isolateurs les supports des conducteurs, qui devront être en matière isolante, incombustible, inaltérable et non hygrométrique. Leur forme devra être telle qu'ils ne puissent endommager les conducteurs ou leur isolant.

Les isolateurs peuvent en général rentrer dans les catégories suivantes :

Isolateurs à double cloche. — Ils ne pourront avoir moins de 60 mm de hauteur jusqu'à 300 volts et moins de 80 mm au-dessus.

Isolateurs à simple cloche.

Poulies à nervures et poulies-cloches. — Elles ne pourront avoir moins de 35 mm de distance superficielle de la gorge à la base et à la tête de la vis.

Poulies (hautes et basses).

Taquets.

b) Tubes. — *Tubes isolants.* — Ils devront être constitués par une matière inaltérable à l'air et à l'humidité et ne pas présenter à l'intérieur d'arête vive pouvant endommager l'isolant du conducteur pendant la pose.

Tubes protecteurs. — Les tubes protecteurs ne devront pas pouvoir être détériorés par les corps avec lesquels ils sont en contact et ceux destinés à être encastrés dans les murs devront avoir une résistance mécanique suffisante pour empêcher la pénétration de clous ou de vrilles.

c) Moulures. — Les moulures doivent être en bois sec; l'intervalle entre les rainures doit avoir au moins 6 mm. La ligne de pose des pointes doit être indiquée sur le couvercle.

d) Crampons. — Les crampons ne pourront être employés que pour fixer les lignes mises intentionnellement à la terre dans les endroits secs.

MONTAGE DES LIGNES

CONDITIONS GÉNÉRALES D'INSTALLATION

§ 14.

Accessibilité. — Protection.

a) Tous les conducteurs et appareils doivent, même après leur montage, être accessibles dans toute leur étendue, afin qu'on puisse en tout temps les contrôler ou les remplacer.

b) On devra munir d'enveloppes protectrices toutes les parties des lignes exposées à des détériorations mécaniques.

Ces enveloppes pourront être constituées par des tubes et des moulures ou des caissettes, grillages et filets.

c) Des dispositions spéciales de protection seront prises pour éviter qu'on puisse toucher, même accidentellement, des conducteurs nus facilement accessibles.

d) Pour des *tensions supérieures à 200 volts alternatif et 400 volts continu* on doit *mettre à la terre* les enveloppes métalliques de protection ainsi que les gaines de plomb quand elles sont accessibles, à moins qu'on ne puisse les atteindre que d'un plancher isolant [voir § 1 d) f)].

e) On devra veiller attentivement à ce que les fils et leurs supports ne soient jamais enduits de substances pouvant attaquer l'isolant ou le conducteur. Partout où les fils et les supports sont exposés à des vapeurs corrosives ou susceptibles d'être passés à la chaux, ils devront être dès le montage enduits d'au moins deux couches de peinture laquée.

f) Les câbles sous plomb nu ne doivent jamais être mis en contact immédiat avec des corps qui attaquent le plomb (le plâtre pur n'attaque pas le plomb). Ils ne doivent pas être noyés dans la maçonnerie. Aux points de fixation l'enveloppe de plomb ne doit être ni écrasée ni entamée ; l'emploi de crochets à tuyau pour la fixation est donc prohibé.

§ 15.

Connexions. — Epissures.

a) Les connexions des lignes avec les tableaux et les appareils ne doivent pas être réalisées par

soudures ou ligatures, mais par serrage de vis assurant un contact suffisant et durable.

b) Les conducteurs ayant plus de 25 mm² de section et tous les câbles devront être pourvus de pièces terminales appropriées ou d'un dispositif équivalent.

c) Les connexions des fils et câbles entre eux ne peuvent être effectuées que par soudure ou un mode de jonction équivalent.

d) Les épissures ne doivent avoir à supporter aucun effort de traction. Elles seront isolées avec soin et conformément à la nature de l'isolation des conduites reliées.

e) Les connexions de câbles sous plomb étanche (isolation I) entre eux et à d'autres conduites et appareils ne peuvent se faire qu'à l'aide de manchons, boites de dérivation ou appareils analogues empêchant sûrement l'intrusion de l'humidité.

(*A suivre*).

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 30 MAI 1904.

Le P. Colin communique une note relative aux observations magnétiques faites à Tananarive de mai 1903 à avril 1904.

SÉANCE DU 6 JUIN 1904.

M. Mascart présente une note de M. P. Villard *sur les rayons cathodiques* et une note de M. Hiliovici *sur une méthode propre à mesurer les coefficients de self-induction*.

M. Lœvy présente une note de M. Ch. Nordmann ayant pour titre : *Méthode pour l'enregistrement continu de l'état d'ionisation des gaz. Ionographe.*

M. Henri Moissan présente une note de MM. André Brochet et Joseph Petit intitulée : *Influence de la fréquence dans l'électrolyse par courant alternatif.*

M. Védie adresse une note sur la radioactivité inductrice et induite.

SÉANCE DU 13 JUIN 1904.

M. Becquerel présente une note de MM. André Broca et Turchini *sur les formes de l'éclairage de haute fréquence entre fils de platine de faible diamètre.*

M. Mascart présente une note de M. Eugène Bloch *sur la mesure de la mobilité des ions dans les gaz par une méthode à zéro.*

SÉANCE DU 20 JUIN 1904.

M. Henri Becquerel présente une note de M. Jean Becquerel sur l'*action du champ magnétique sur les rayons N et N_1.*

M. Lippmann présente une remarque de M. H. Pellat au sujet d'une note de M. P. Villard *sur les rayons magnétocathodiques.*

M. J. Violle présente une note de M. Ch. Fortin *sur la déviation électrostatique des rayons magnétocathodiques.*

M. Lœwy présente une note de M. Charles Nordmann ayant pour titre : *Enregistrement continu de l'ionisation gazeuse et de la radioactivité par les méthodes de déperdition.*

M. Gautier présente une note de MM. Hollard et Bertiaux *sur la séparation électrolytique du nickel et du zinc.*

A TRAVERS LES BREVETS

Tête de trolley pour traction électrique. — Brevet de M. Lauvernier, chef de dépôt de la Compagnie de tramways électriques, Guesnain, près Douai (France).

Cette invention concerne un perfectionnement pour trolley. Cette disposition évite surtout que le trolley ne quitte le fil spécialement dans les courbes lorsque le fil est désaxé.

Le dessin ci-après représente :

La figure 1 une coupe verticale longitudinale.

La figure 2 une coupe transversale verticale.

La figure 3 une vue en plan.

La figure 4 une vue latérale de cette disposition.

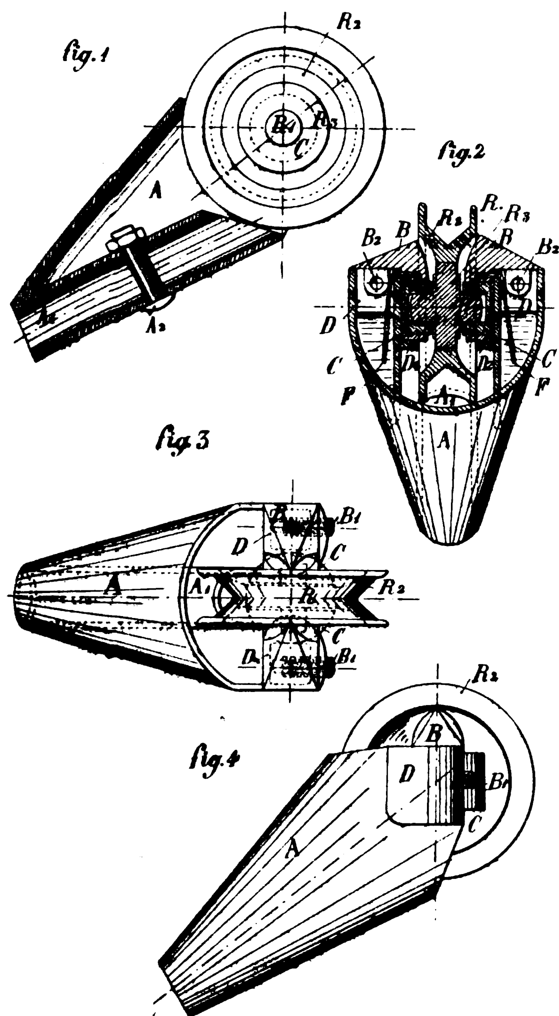
Le corps principal A est muni d'une partie A1 en forme de tube, qui est fixée sur la tige de trolley au moyen d'un boulon A2 De chaque côté de la pièce A se trouve une sorte de petite poche formant un réservoir à huile D. Ces réservoirs sont venus d'une seule pièce avec le corps A et peuvent être en bronze, aluminium ou autre métal approprié. Ces réservoirs possèdent des mèches F qui trempent dans l'huile et la conduisent par des canaux à l'axe du trolley R1. Ces réservoirs sont suffisamment grands pour contenir de l'huile pour une durée de trois jours.

B sont deux bras en bronze ou en acier qui sont fixés sur les réservoirs à huile D au moyen des vis B1 et écrous B2. Ils servent d'une part pour porter les supports C de l'axe du trolley R et d'autre part pour fermer le récipient D vers le haut. Les supports C sont soutenus vers le bas par les équerres D2 venues de fonte avec les parois des réservoirs D.

Les pièces C sont en acier et en plus de leur alésage cylindrique pour l'axe R1 du galet R, ils ont aussi une forme cylindrique extérieure (fig. 3), qui s'adapte aux parties B. La surface cylindrique de la pièce support C permet au galet R de tourner autour d'un axe vertical dans un plan horizontal. Ce mouvement giratoire est limité par le fait que le galet R rencontre les réservoirs à huile D.

La surface R2 de la roue R peut être en bronze tendre ou en cuivre rouge, tandis que le noyau R3 avec l'axe R1 peut être en acier enchâssé dans la partie circulaire R2.

Les seules parties soumises à un tirage et à une compression sont la roue R et ses supports (logements). Comme ces parties sont en acier et huilées automatiquement, elles dureront longtemps avant d'être remplacées. Aucune partie de la pièce support A n'est en contact avec les pièces se mouvant avec elle.



Comme le montre le dessin, le corps A et les pièces B sont de telle forme que, le trolley sautant du fil, ce dernier glissera sur la surface des pièces A et B sans toucher les parties mouvantes et sans accrocher quoi que ce soit.

La pièce A embrasse le galet R seulement partiellement, de telle façon que ce dernier est libre à l'arrière et que la neige ou la glace tombent au lieu de se ramasser.

(*Communiqué par l'office Henri Boettcher, 14, boulevard Saint-Martin, pour la prise et l'obtention des brevets d'inventions en tous pays.*)

CHRONIQUE

Téléphonie sans fil.

M. R. Hutchison présente à l'Exposition de Saint-Louis un appareil composé d'un transmetteur et d'un récepteur de modèles spéciaux, à l'aide desquels on peut effectuer des expériences de téléphonie sans fil sur une surface de près d'un hectare. Cet appareil est expérimenté dans une cour située à l'intérieur du Palais de l'Electricité, qui est ainsi construite que les bruits extérieurs n'y parviennent pas.

Ces bruits deviennent très nettement perceptibles quand on applique aux oreilles les deux récepteurs de M. Hutchison.

Les expériences de M. Hutchison remontent à plusieurs années déjà et le professeur W.-E. Goldsboroug, chef du département de l'électricité à l'Exposition de Saint-Louis, qui a présenté ces expériences dans une récente conférence, avait assisté à des essais effectués dans le laboratoire de M. Hutchison en février dernier.

A l'Exposition de Saint-Louis, la station de transmission est située dans le stand de l'exposition de la Hutchison acoustic Company, au Palais de l'Electricité; elle se compose d'un graphophone grand modèle et d'un transmetteur spécial. Ce transmetteur fonctionne avec un courant de 15 ampères. La chaleur produite est si intense qu'on est obligé d'employer un courant d'eau pour refroidir l'appareil qui, sans cela, devient presque instantanément rouge; il paraît, d'ailleurs, que même dans ces dernières conditions, l'appareil peut parfaitement fonctionner. Il faut dépenser environ 1/2 cheval pour obtenir les meilleurs résultats. Le courant est fourni par une batterie de 15 éléments d'accumulateurs en série. Le transmetteur est relié à une grande bobine dont l'autre extrémité est mise à la terre dans le sol de la cour.

Le récepteur consiste en deux récepteurs téléphoniques ordinaires qui sont reliés aux extrémités d'une bobine appropriée. Quand cette bobine est placée de façon que son plan soit parallèle au sol, les ondes émanant du transmetteur induisent dans cette bobine des courants qui donnent la reproduction exacte de la musique du graphophone ou de la parole. Ces sons disparaissent dès qu'on enlève les récepteurs des oreilles. Il est inutile de dire qu'un nombre quelconque d'auditeurs peuvent écouter à la fois, à la seule condition d'être munis chacun d'un récepteur.

M. Hutchison pense que son appareil sera susceptible d'applications pratiques. — A. B.

(*Western Electrician*).

Un nouveau modèle de cordon pour tableaux téléphoniques.

M. Holmes de Evaston (Etats-Unis) a imaginé un nouveau modèle de cordon souple pour tableaux commutateurs téléphoniques qui paraît présenter toutes garanties au point de vue de la solidité et de la durée, tout en assurant une bonne communication.

L'âme de ce cordon est une cordelette de chanvre autour de laquelle est enroulé un premier conducteur en ruban d'acier étamé afin de le protéger de la rouille. Ce ruban a 0,025 mm de largeur et 0,008 mm d'épaisseur.

Ce premier conducteur est séparé du deuxième par deux bandes isolantes, l'une en soie, l'autre en lin. Ce deuxième conducteur est identique au premier, sauf qu'il est enroulé en sens contraire et que par pouce de longueur (25 mm), il n'y a que 18 spires au lieu de 22.

Ces deux conducteurs ont respectivement une résistance de 9 et de 11 ohms par longueur de 7 pieds (2,10 m) et servent à établir la communication téléphonique.

Une couche de bandes isolantes sépare le deuxième conducteur d'un troisième uniquement affecté au circuit d'appel et qui est constitué, afin de présenter moins de résistance, par deux rubans, l'un de cuivre, l'autre d'acier enroulés en sens inverse. Le ruban de cuivre fait 4 spires par pouce et celui d'acier en fait 14. La résistance moyenne de ce conducteur est de 2 à 2,5 ohms par longueur de 2,10 m.

Le tout est recouvert de tissu isolant. — K.

La distribution de l'énergie électrique dans le canton de Vaud (Suisse).

Au 31 décembre 1903, le canton de Vaud était alimenté en énergie électrique par des usines génératrices ayant une puissance totale de 40 000 ch.

Les installations d'éclairage comprenaient 766 lampes à arc et 146 000 lampes à incandescence, ce qui représente une puissance lumineuse totale de 1 800 000 bougies.

La distribution de force motrice alimente 690 moteurs ayant une puissance totale de 6000 ch; 90 moteurs ont été installés pendant l'année 1903.

Les applications électrothermiques sont assez nombreuses, car on compte près de 900 petits appareils de chauffage ou fers à repasser en service.

Les lignes de transmission d'énergie comprennent 900 km de lignes à haute tension et 620 km de lignes à basse tension.

Le nombre des communes pourvues d'un réseau de distribution est de 197.

Au Sentier et à Romainmotier, le réseau de distribution est alimenté par la Compagnie Vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, dont l'usine génératrice, située à La Dernier, a été mise en exploitation au mois de septembre 1903 et qui, au 31 décembre dernier, alimentait déjà les réseaux de distribution de 39 communes. — K.

Un réflecteur parabolique pour la radiotélégraphie.

L'*Elettricista* nous apprend que M. Braun a récemment obtenu, aux Etats-Unis, plusieurs brevets concernant des réflecteurs paraboliques qui sont destinés à trouver leur emploi en radiotélégraphie.

Ces réflecteurs se composent essentiellement de baguettes métalliques. Ces baguettes, disposées verticalement, forment les génératrices d'un cylindre dont la directrice est une parabole. Chaque baguette est formée d'un fil droit qui porte une petite boule située dans la ligne focale. Deux grilles paraboliques, ainsi construites, sont accouplées entre elles, et l'étincelle jaillit entre les deux petites boules de chaque génératrice. Toutes les baguettes sont excitées à partir du même point, mais la phase d'oscillation de chacune d'elles dépend de la longueur du fil de connexion. L'action totale de l'ensemble des baguettes produit un faisceau de rayons exactement parallèles à l'axe. L'appareil ainsi construit est analogue à un réflecteur de Hertz; la seule innovation consiste en ce que chaque baguette émet ses oscillations propres et en ce que le rapport entre la capacité et la self-induction a été choisi de manière que les périodes d'oscillation de toutes les baguettes soient égales. Le nouveau dispositif offre cet avantage qu'il permet la transmission d'une plus grande quantité d'énergie, car la capacité de chaque baguette peut être, grâce à l'addition de condensateurs, augmentée à discrétion. — G.

Un nouveau projet de chemin de fer électrique à Berlin.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* donne l'analyse ci-après d'un nouveau projet de chemin de fer électrique souterrain que la Délégation municipale des moyens de communication de Berlin a approuvé, dans sa séance du 7 juin dernier

Le nouveau projet a été élaboré par M. Krause. Ce chemin de fer partira du Kreuzberg; il suivra la Bellealliancestrasse et, ensuite, presque en ligne droite, la direction de la Friedrichstrasse, de la Chausseestrasse, pour aboutir à l'angle formé par la Mullerstrasse et la Seestrasse. Il doit relier entre elles et avec les quartiers du centre les parties nord et sud de la ville. On lui donnera, provisoirement, un développement de 8,64 km. La construction prendra plusieurs années, probablement quatre ans, car il faudra déplacer, pour l'exécution des travaux, des quantités de conduites de gaz, d'eau, ainsi que plusieurs lignes de tramways. On évalue la dépense totale à environ 61 millions de francs, que l'on se procurera, au besoin, par voie d'emprunt. A cette somme il faut ajouter environ 2 millions pour la constitution d'un capital de renouvellement et de réserve et plus de 4 millions pour l'achat de terrains. D'ailleurs, ces terrains pourront être revendus par la suite. La Délégation a décidé d'établir deux classes de voyageurs, de même que sur le chemin de fer aérien. On a constaté que, sur le chemin de fer aérien et sur le chemin de fer municipal, la deuxième classe est utilisée par 16 et 20 0/0 respectivement des voyageurs, ce qui contribue, dans une mesure importante, à grossir les recettes de ces entreprises. De même que sur le chemin de fer municipal, on pourra franchir cinq stations moyennant 0,125 fr en 3e classe et 0,187 fr en 2e classe. Le parcours de toute la ligne, laquelle comprendra de 12 à 13 stations, coûtera 0,25 fr. en 3e classe et 0,375 fr en 2e classe

G.

Recherches sur l'électricité atmosphérique.

Lors de la réunion de l'Association internationale des Académies, la section des sciences a émis le vœu qu'une commission soit nommée pour préparer un plan de coopération dans les recherches d'électricité atmosphérique et organiser cette coopération si possible pour une période de deux ans. Cette commission aurait pour président M. Exner et pour membres MM. Arrhenius, Mascart, Schuster, Righi, Ebert et Riecke. — K.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 707 16 Juillet 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

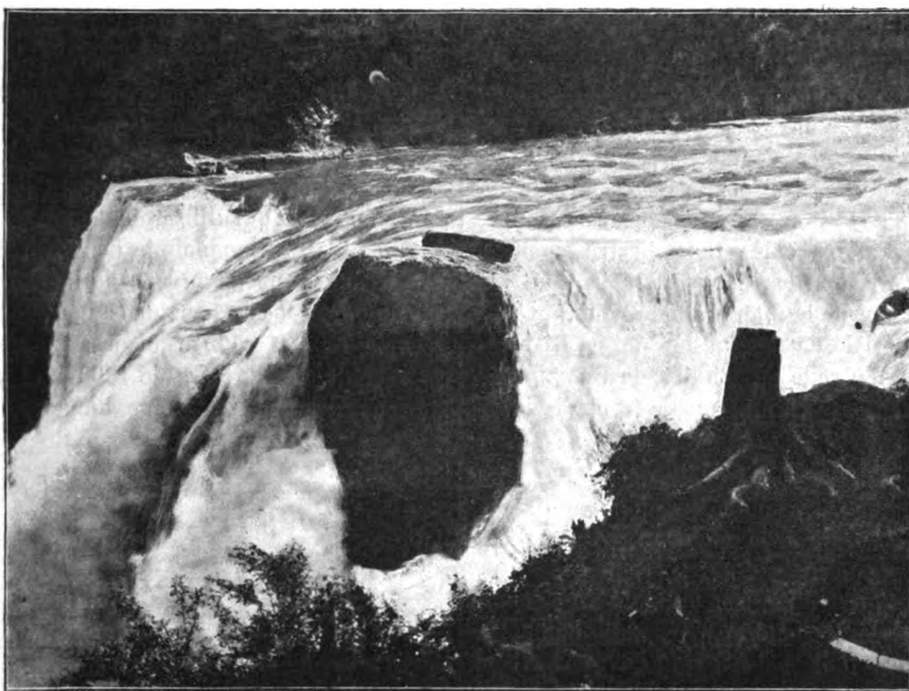
PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod**, *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 147-92). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier**, *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe. — La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien** *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*



La chute du fleuve Snoqualmie (États-Unis).

STATION HYDRAULICO-ÉLECTRIQUE

DES

CHUTES DE SNOQUALMIE

L'une des plus importantes stations hydraulico-électriques vient d'être achevée dans l'ouest de l'Etat de Washington par la Compagnie de Snoqualmie Falls and White River. Les eaux du fleuve Snoqualmie se précipitent en une chute verticale de 83 m qui permet de disposer d'une puissance de 100 000 ch. Le matériel actuellement monté a une puissance de 10 000 ch et pourra s'accroître au fur et à mesure des besoins. La Compagnie précitée s'occupe maintenant de l'installation d'un matériel générateur de 30 000 ch près de Summer, sur la rivière Blanche. Au début ce matériel fournira seulement 10 000 ch et le courant sera transmis aux mêmes sous-stations que celles de la station de Snoqualmie. Le rayon de distribution de l'installation actuelle est d'environ 250 milles. Les stations de White River et de Snoqualmie Falls sont situées à environ 200 m au dessus du niveau de la mer et leur puissance est environ 1/3 plus grande en hiver qu'en été. Or les demandes d'énergie à Seattle et à Tacoma sont également plus grandes pendant cette saison quand justement s'accroît le débit des eaux. La rivière Blanche est un cours d'eau très froid qui prend sa source dans le glacier du mont Rainier. La station d'énergie est construite au pied des monts Cascade et la première partie du canal (400 m) qui l'alimente est creusée au pied de ces collines, bordé de galets et mesure 7,60 m de large et 3,05 m de profondeur. Dans l'autre section, le canal est bétonné partie à ciel ouvert, partie en tunnel; il aboutit à quatre lacs successifs variant comme grandeur de 3 hectares à 28 hectares, et faisant fonction de réservoirs naturels. L'eau est alors amenée à un dernier bassin ou lac Dorthery. Ce grand réservoir naturel est situé directement au dessus de la station d'énergie et a une capacité de 20 millions de mètres cubes, soit une production de 50 000 ch pendant deux mois.

La station d'énergie (fig 1) dans la vallée de la rivière Blanche, près de Summer, mesure 61 m de longueur et 30 m de largeur et est construite en fer, briques et pierres. Dix tuyaux de 1,20 m de diamètre amènent l'eau du bassin de réserve Dorthery aux dix turbines qui se trouvent dans cette station et qui ont chacune une puissance de 5000 ch.

Ces turbines fonctionnent sous une chute de

130 m et sont directement accouplées à des alternateurs Westinghouse qui fournissent le courant à plusieurs groupes de chacun trois transformateurs installés dans des logements à l'épreuve du feu. Ces transformateurs sont reliés aux générateurs et à la ligne de transmission par l'intermédiaire des tableaux de distribution disposés sur des galeries au second étage de la station. On emploie des commutateurs à huile à commande électro-pneumatique; quant aux transformateurs ils sont reliés aux lignes de la manière habituelle.

Le matériel de la station de la Rivière-Blanche et de celle des chutes de Snoqualmie alimentent le même système de transmission à l'aide de deux circuits indépendants et de deux lignes de poteaux distinctes partant de chaque station. Les lignes de transmission comportent des conducteurs en aluminium à sept brins montés sur des isolateurs en porcelaine et sont distantes l'une de l'autre de 2,75 dans chaque circuit. La transmission sera prolongée jusqu'à Bellingham dans le Nord et à Portland dans le Sud. La compagnie Snoqualmie Falls Power alimentente un grand nombre d'usines et de compagnies de chemins de fer électriques. Ces compagnies comptent parmi elles, la Tacoma Railway C° et la Tacoma Cataract C° de Tacoma, ville d'environ 40 000 habitants située à 34 milles de Snoqualmie Falls et à 25 milles environ de Seatle. Le courant est également transmis à une distance de 25 milles de la même station à la ville de Seatle qui se compose de 80 000 habitants et qui utilise près des 2/3 de la puissance produite actuellement.

Dans cette ville, la distribution du courant pour l'éclairage et la force motrice est faite par les compagnies Seattle Electric et Seattle Cataract. Une autre ligne de transmission sera bientôt installée des chutes de Snoqualmie à Everett, ville de 10 000 habitants située à 33 milles de là et qui compte beaucoup d'usines et de petites industries nécessitant l'emploi de force motrice et qui utiliseraient environ 2000 ch. Les chutes de Snoqualmie sont à 182 m environ au dessus du niveau de la mer et dans certaines parties les eaux de ce fleuve atteignent jusqu'à 2400 et 2700 m au dessus de la mer et présentent des surfaces de 1300 hectares. Une amenée d'eau de 18 m de long alimente les chambres souterraines de la station; cette tête de canal est divisée en deux par une jetée, la capacité étant double de celle qui est actuellement nécessaire. Un rhéostat liquide, d'une capacité de 2500 ch, est maintenant installé et relié avec le tableau dans le cas où la charge normale s'élèverait subitement.

Un puits de section rectangulaire de 8,20 m de longueur sur 3,05 de large est percé dans le lit de la rivière, à une distance d'environ 92 m au-dessus des chutes. Ce puits atteint une profondeur de 82 m, soit le niveau du fleuve au-dessous des chutes et se relie avec un tunnel de 7,30 m de haut sur 3,65 de large ayant une pente de 0,60 m, qui est utilisé en cas de besoin.

La station d'énergie souterraine commence au fond de ce puits et mesure 9,15 m de haut sur 12,20 de large et s'étend le long du tunnel à une distance d'environ 60 m. Les génératrices et les turbines sont disposées dans cette

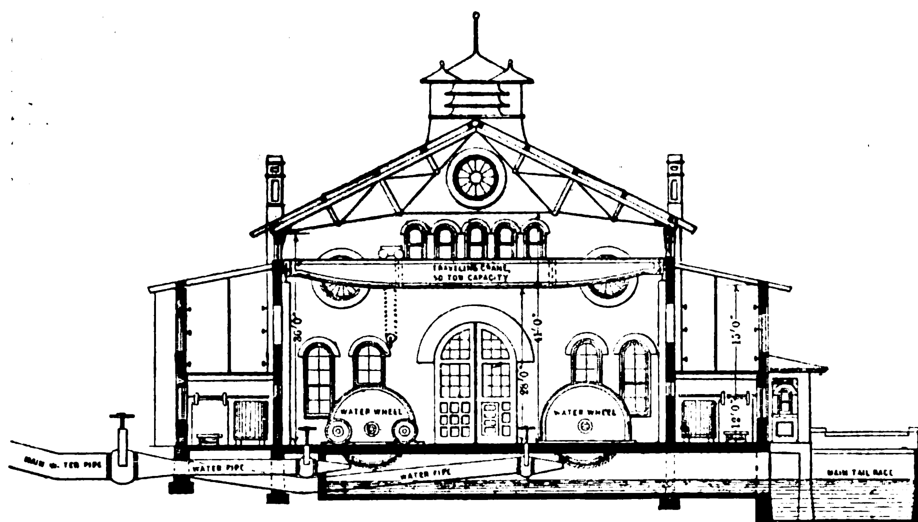


Fig. 1. — Station centrale de la Rivière Blanche.

station souterraine; la voûte du tunnel qui s'étend sous la salle des machines est formée d'une couche de ciment ayant 1,50 m d'épaisseur. Le tunnel, le puits et la station sont éclairés par plusieurs centaines de lampes à incandescence. Quant à la ventilation elle est assurée par le courant d'air provoqué par l'amenée d'eau et par le puits. La température y est, paraît-il, la même pendant toute l'année, c'est-à-dire 12° C, et la salle des machines est toujours parfaitement sèche. Le compartiment central du puits vertical mesure 3,05 m de long sur 2,45 de large et contient un élévateur hydraulique; d'eau il est de 300 tonnes. Ce récepteur se compose de plaques de 2,45 m ayant 0,025 m d'épaisseur et est pourvu de quatre branchements ayant un diamètre de 1,25 m; ils sont munis chacun d'une sorte de vanne spéciale pesant 12 tonnes. Un coude de fonte est relié à chacun de ses branchements s'ouvrant dans des récepteurs cylindriques horizontaux correspondant à chacune des turbines.

Chacune des quatre turbines a une puissance de 2500 ch et est accouplée directement à un alternateur triphasé Westinghouse de 1500 kw; ces turbines sont du type double à

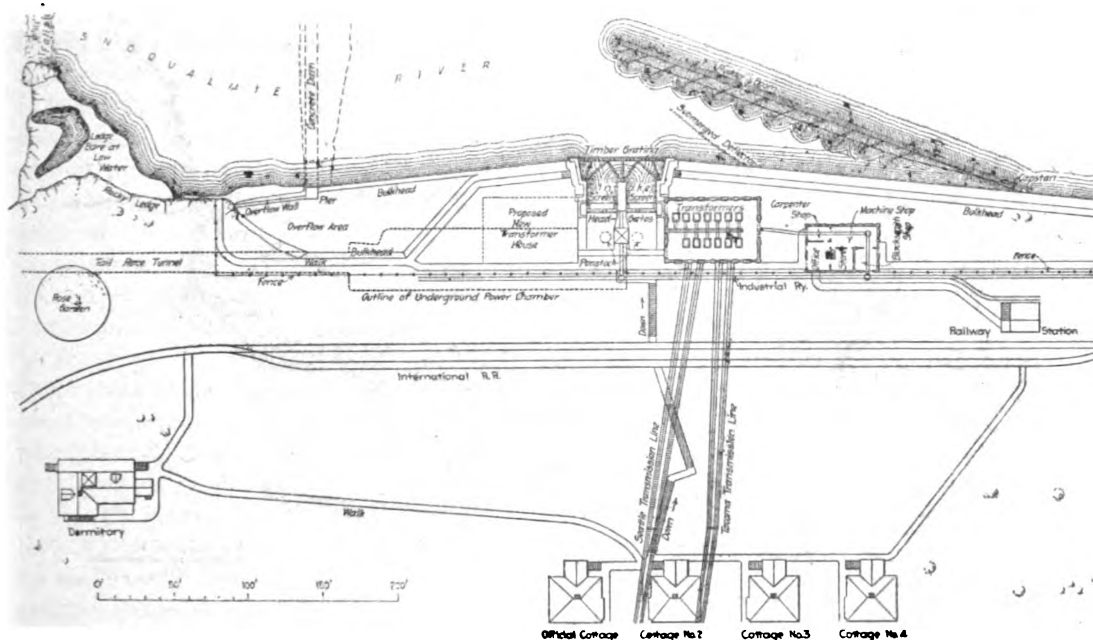


Fig. 2. — Plan de l'installation hydraulico-électrique de *Snoqualmie Falls*.

dans les autres compartiments sont installées les conduites d'eau. L'élévateur ainsi que les câbles électriques conduisant le courant à la surface du sol sont enfermés dans une cloison étanche en acier qui s'étend sur toute la longueur du puits. La première conduite mesure 2,30 m de diamètre et comprend des plaques de 0,025 mm d'épaisseur au fond pour décroître progressivement jusqu'à 0,012 m au sommet. Ces conduites se relient à un récepteur horizontal cylindrique disposé à une profondeur de 76,20 m reposant sur le rocher, sur l'un des côtés de la salle, à une hauteur de 3,65 m au-dessus du sol de cette salle et s'étend sur presque toute sa longueur. Ce cylindre horizontal de 2,45 m de diamètre à l'extrémité la plus éloignée du puits et de 3,05 à son point de jonction avec la conduite, pèse 180 tonnes et quant au volume six roues à jet tangentiel montées sur le même arbre et chacune ayant deux orifices. Chacun de ces 12 jets présente un diamètre de 78 mm. Deux longs arbres oscillants commandent le réglage des orifices, l'un pour l'orifice inférieur, l'autre pour l'orifice supérieur; un régulateur Lombard est relié à ces arbres de réglage et est disposé de telle manière qu'il peut commander soit l'un ou l'autre; dans le cas où cela est désiré, le réglage peut être maintenu à l'aide d'une roue à main disposée sur le bâti. Les turbines utilisent ainsi l'eau en proportion de l'énergie développée.

Les alternateurs triphasés Westinghouse mesurent 4,60 m de hauteur et pèsent 50 tonnes environ : ils sont du type à induit tournant dont la vitesse angulaire est de 300 révolutions par minute. Le courant de pleine charge est nor-

malement de 1000 ampères par phase, la tension étant de 1000 volts. Les induits pèsent 12 tonnes et ont 2,45 m de diamètre; leurs enroulements sont à circuit fermé et disposés dans 266 rainures. Les bagues du collecteur fournissant le courant aux circuits extérieurs sont du type à ventilation avec trois balais sur chaque bague. Le bâti de l'inducteur est divisé en deux parties qui peuvent être déplacées séparément lorsqu'on le désire.

Ces alternateurs nécessitent un courant d'excitation de 95 ampères sous 90 volts à vide et de 100 ampères à pleine charge. Ce courant est fourni par deux machines de 75 kw sous 125 volts directement accouplées à deux roues hydrauliques de 100 ch. Ces moteurs hydrauliques comportent 10 roues tangentielles ellipsoïdales de 1,15 m de diamètre montées sur des châssis d'acier; elles sont alimentées par un orifice de réglage au moyen de trois jets provenant d'un tuyau vertical de 0,30 m de diamètre. Le réglage s'effectue à la main.

Un bâtiment à l'épreuve du feu, construit en fer et en briques avec revêtement de ciment, est installé à la tête du puits et utilisé comme salle de transformation; elle mesure 18,30 m de long sur 12,20 de large et 9,15 m de haut; elle contient des transformateurs-élévateurs Westinghouse. Ces transformateurs reçoivent le courant du tableau dans la station génératrice à une tension de 1000 volts et l'envoient dans les lignes de transmission en aluminium sous une tension de 30 000 volts vers Tacoma à 44 milles et à Seattle à 32 milles. Les transformateurs sont au nombre de 13 et ont une capacité de 500 kw. Ils sont disposés en deux rangées avec des connexions en triangle pour les circuits primaires et secondaires; chacun d'eux pèse 5 tonnes; ils nécessitent 2270 litres d'huile pour leur refroidissement. Ces transformateurs sont montés dans des caisses de 1,68 m de haut qui occupent un espace d'encombrement de 1,80 m sur 1,35 m. Les circuits se composent de câbles

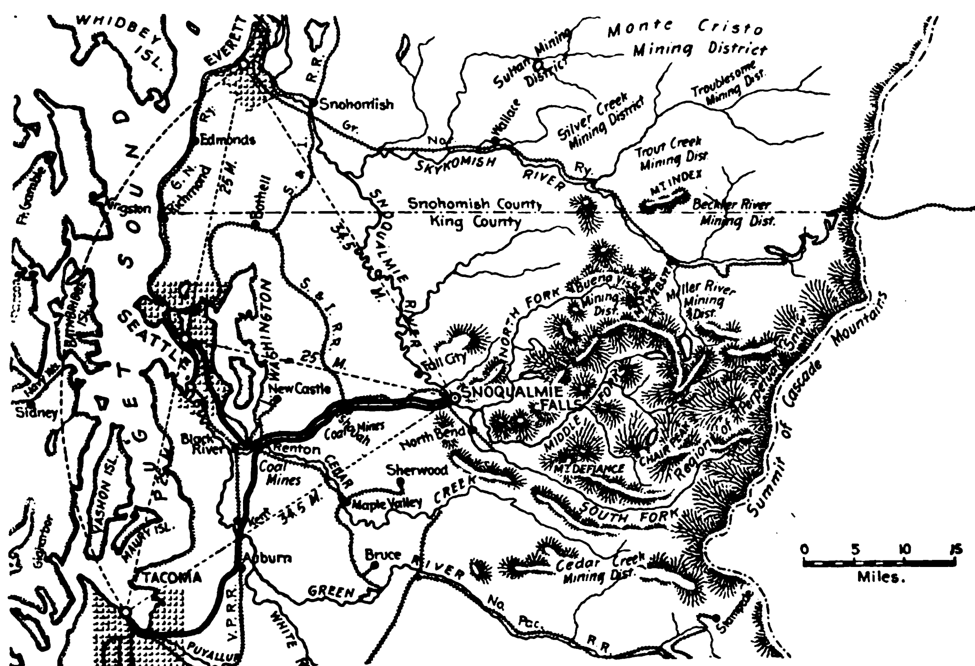


Fig. 3. — Carte des lignes de transmission électrique de la station de *Snoqualmie Falls*.

à fils d'aluminium ayant une conductibilité de 60 0/0 de celle de cuivre et par suite ayant une section d'autant plus grande, mais pesant environ moitié moins. On peut donc espacer les supports dans la ligne de transmission, ce qui réalise une économie considérable quant au nombre de poteaux et d'isolateurs employés. L'écartement varie de 27,45 à 32 m. Des lignes distinctes desservent Tacoma et Seattle, elles sont parallèles sur une longueur de 20 milles et se séparent à Renton. On a employé environ 30 tonnes de fil dans la ligne de Seattle et 36 tonnes dans celle de Tacoma, les distances étant respectivement de 31 milles et 44 milles. De petites sous-stations ont été installées à Renton et à Issaqua, situés à 19 milles et à 10 milles de la station génératrice. La sous-sta-

tion de Tacoma est munie de transformateurs ayant une capacité totale de 2100 kw. Trois de ces transformateurs ont une capacité de 500 kw chacun, tandis que deux autres sont de 200 kw.

La sous-station de Seattle comprend trois transformateurs-réducteurs qui fournissent le courant aux convertisseurs rotatifs sous une tension de 350 volts. Les deux convertisseurs rotatifs ont chacun une puissance de 500 kw et fournissent du courant continu à 550 volts. Ces machines sont du type à 18 pôles et tournent à 400 révolutions. Un petit moteur à induction est monté sur l'arbre de l'induit pour assurer le synchronisme. En plus de ces machines, il y a encore quatre séries de transformateurs réducteurs de 300 kw et deux séries de 500 kw; la tension est de 2000 volts aux secondaires et sont destinés à convertir le courant diphasé en courants triphasés pour la distribution générale de l'éclairage et de la force motrice. La puissance totale de cette sous-station est par conséquent de 4000 kw environ; l'énergie disponible aux chutes de Snoqualmie étant 100 0/0, si l'on compte 10 0/0 de perte sur la ligne, le rendement est de 57 0/0 aux transformateurs rotatifs et de 65 0/0 aux transformateurs réducteurs. Le pourcentage d'énergie disponible aux transformateurs-élévateurs de la station centrale est de 72 0/0, de 75 aux génératrices et de 80 0/0 aux turbines. Comme nous l'avons dit ci-dessus, les 2/3 de l'énergie développée à la station de Snoqualmie Falls est actuellement utilisée dans la ville de Seattle, soit un total de 10 000 ch, chiffre qui sera plusieurs fois doublé dès que l'on pourra transmettre l'énergie aux différentes villes et usines avoisinantes.

Frank C. PERKINS.

LES CONDENSATEURS INDUSTRIELS

(*Suite et fin*). (1).

Les premiers modèles de condensateurs construits par M. Moscicki au début de ses recherches étaient formés de lames ou plaques et le diélectrique employé était le verre, car cette substance présente une constante diélectrique élevée.

Toutefois, après avoir pris connaissance d'une étude de M. Lombardi, publiée dans l'*Electroteckhnische Zeitschrift* en 1899, dans laquelle il était dit que le verre comportait des pertes diélectriques atteignant 8 0/0, M. Moscicki essaya divers autres diélectriques, notamment la cire fossile. Ces substances ne lui ayant pas donné de résultats satisfaisants, il abandonna leur emploi et étudia lui-même l'importance des pertes diélectriques sur un tube de verre.

Le condensateur ayant servi à ces recherches était constitué par un tube de verre recouvert extérieurement d'une feuille d'étain et était rempli intérieurement de mercure, le tout étant noyé dans une masse épaisse de substance isolante. La valeur des pertes était déterminée soigneusement et fut reconnue égale à 1,5 0/0 environ.

Les premiers condensateurs construits par M. Moscicki étaient formés de lames en verre à vitre ordinaire de 2 mm d'épaisseur, parfaitement séchées, sur un côté desquelles était appliquée une mince feuille d'étain collée avec de la térébenthine en prenant toutes les précautions voulues pour éviter les bulles et chasser l'excès de térébenthine.

Les plaques ainsi préparées étaient ensuite placées, pendant un temps assez long, dans un four électrique où était maintenue une température dépassant un peu 100° C. A leur sortie du four et avant de les laisser se refroidir, ces plaques étaient placées directement dans une caisse en fer blanc, contenant une substance isolante chauffée électriquement à l'aide d'une résistance disposée sous la caisse.

Pour placer chaque lame dans la masse de substance isolante, on la plongeait verticalement jusqu'à ce qu'elle reposât sur une de ses arêtes, puis on l'abaissait lentement pour lui faire prendre la position horizontale. Grâce à ce mode d'opérer, on évitait complètement l'interposition de bulles d'air entre deux plaques consécutives. Une fois toutes les plaques placées, on cessait de chauffer la boîte que l'on entourait d'une enveloppe afin d'obtenir un refroidissement aussi lent que possible.

L'inventeur a éprouvé de grandes difficultés pour obtenir une masse isolante convenable, adhérant parfaitement au verre, ne se contractant pas sous l'action d'une basse température et restant bien compacte. Il a dû à cet effet faire de nombreux essais avec différents mélanges de cire fossile, de colophane, de vaseline, etc. Chaque nouveau mélange était essayé en le versant dans une éprouvette que l'on soumettait ensuite à de très basses tempéra-

(1) Voir *l'Electricien* du 9 juillet 1904, p. 17.

tures. Le mélange qui a donné les meilleurs résultats est formé de 4 parties de colophane, de 1 partie de cire fossile (de Boryslaw) et de 1 partie de vaseline. Ce mélange n'éprouve aucune altération nuisible aux températures que peut avoir à supporter le condensateur et de plus il adhère parfaitement au verre.

On a construit par le procédé qui vient d'être indiqué 72 caisses de condensateurs qui, montées 6 par 6 en série, constituaient une batterie ayant une puissance de 3 kilovolts-ampères. Chaque caisse a 9,5 cm de hauteur et une surface de 23 $\times$ 35 cm, pèse 15 kg et se compose de 21 plaques de verre de 20 $\times$ 28,5 cm de surface, les feuilles d'étain appliquées n'ayant que 16,5 $\times$ 22,5 cm.

On a constaté, dans les conditions d'utilisation normale, qu'un groupe de six condensateurs pouvait supporter une tension de 50 000 volts, mais qu'à ce régime, il ne pouvait rester en service pendant plus de six heures consécutives. Au bout de ce temps, l'augmentation de température devient trop considérable et pourrait entraîner la fusion de la masse isolante. Soumis à une tension de 5000 volts, ces condensateurs pourraient rester en service jour et nuit, c'est-à-dire sans interruption, pendant un temps illimité.

M. Moscicki a utilisé ces condensateurs pendant assez longtemps sans qu'il se produise un seul court circuit; mais l'échauffement résultant d'un fonctionnement prolongé a produit une augmentation des pertes qui atteignaient 3 0/0. L'inventeur a alors abandonné l'emploi des lames et a adopté le système des tubes avec lequel il a obtenu des résultats remarquables.

L'emploi de tubes présente l'avantage considérable de permettre d'utiliser du verre mince. En effet, il a été reconnu, à la suite de nombreux essais, que du verre de 0,5 mm d'épaisseur peut supporter des tensions allant jusqu'à 67 100 volts. Il n'y a que les parties avoisinant le bord des armatures qui se percent plus rapidement; ainsi, par exemple, le même verre de 0,5 mm d'épaisseur est perforé sous une tension de 11 700 volts dans les parties voisines des bords de l'armature.

Ayant reconnu que la partie du diélectrique qui supporte les bords de l'armature risque d'être perforée plus facilement que les autres parties, notamment celles du centre, M. Moscicki a compris qu'il suffisait de donner une plus grande épaisseur à la partie du diélectrique qui supporte les bords de l'armature pour augmenter considérablement la résistance du condensateur à la perforation. Or rien ne se prête mieux à cette exigence qu'un tube de verre dont on peut facilement renforcer les extrémités.

L'emploi de tubes présente en outre le grand avantage de permettre un refroidissement aussi facile que celui que l'on obtient dans les transformateurs par leur immersion dans l'huile. Enfin, à l'aide d'un isolant convenable, on peut supprimer complètement les pertes par conductance superficielle ainsi que les décharges silencieuses des armatures, ce qui a pour résultat d'augmenter considérablement le rendement du condensateur; aussi, avec du courant alternatif à haute tension et à la fréquence de 50 périodes par seconde, les pertes de ces condensateurs ont été toujours inférieures à 1 0/0.

Ce type de condensateur est actuellement construit industriellement sous la direction de M. Moscicki par la fabrique de condensateurs de M. J. de Modzelewski à Fribourg (Suisse).

Un condensateur d'une puissance de 0,5 kilovolts-ampères pouvant supporter une tension de 10 000 volts, se compose de cinq tubes de verre de 3 cm de diamètre et de 0,5 mm d'épaisseur, le fond et le col ayant une épaisseur de 2 à 3 mm; l'intérieur est recouvert d'une couche d'argent formant une des armatures; ces tubes sont logés dans un récipient cylindrique de 9 cm de diamètre et de 47 cm de hauteur rempli d'eau constituant l'armature extérieure. Le tout pèse environ de 3 à 3,5 kg.

On peut, dans ces condensateurs, employer comme armatures des électrolytes et on obtient ainsi un refroidissement qui dépasse de beaucoup celui des transformateurs.

Le volume des condensateurs Moscicki est bien inférieur, pour une puissance égale, à celui des condensateurs d'autres systèmes; ainsi le condensateur de cinq tubes et d'une puissance de 0,5 kilovolts-ampères, a une capacité de 0,017 microfarad à la tension de 10 000 volts.

Le prix de revient de ces condensateurs est peu élevé, ce qui permettra d'en généraliser l'emploi.

Le rendement est au minimum de 99 0/0.

Nombreuses sont déjà les applications du condensateur Moscicki et si, comme il y a tout lieu de le supposer, les résultats déjà obtenus dans la pratique se continuent, leur emploi se généralisera et rendra de grands services.

J.-A. Montpellier.



INSTALLATION ÉLECTRIQUE

DU CANAL CORNWALL

AU CANADA

Le plus souvent, dans les installations électriques établies dans le but de transmettre l'énergie le long d'un canal, on n'envisage guère que l'une ou l'autre des multiples applications possibles telles que le halage ou la propulsion des chalands, l'éclairage, ou encore la manœuvre de certains ponts ou de certaines écluses, mais rarement nous avons eu à enregistrer un ensemble complet de distribution desservant toutes ces diverses fonctions. Nous en trouvons un exemple aujourd'hui au Canada, sur toute la longueur du canal Cornwall, et l'un des ingénieurs chargés de l'installation, M. F. Léonard, a présenté à ce sujet un travail détaillé à la section électrique de la Société des ingénieurs civils de Montréal en faisant remarquer qu'il donne ainsi la description d'un type général pouvant être applicable au service d'un canal quelconque. Sans s'attarder à l'énumération des alternateurs et du matériel de la station centrale qui, dans ce cas particulier, est établie près de Mille-Roches sur le canal, et dont la puissance peut varier selon l'importance de la distribution, M. Léonard nous apprend simplement que le courant alternatif sous 2200 volts est transformé par des convertisseurs de 65 kw chacun en courant alternatif simple à 11 000 volts pour les circuits d'éclairage et en courants alternatifs triphasés, également à 11 000 volts, par trois convertisseurs de 150 kw pour la force motrice. Les conducteurs primaires des transformateurs sont reliés par l'intermédiaire de commutateurs à huile aux barres omnibus du tableau de distribution qui comprend autant de panneaux distincts qu'il y a de services différents. Les circuits secondaires sont reliés aux lignes de distribution par l'intermédiaire d'un tableau spécial à haute tension. En outre des lignes d'éclairage et de force motrice à 11 000 volts, une ligne distincte directe à 2200 volts distribue en outre l'éclairage et la force motrice dans la ville de Mille-Roches.

Les poteaux de la ligne, qui suit en général la rive sud du canal, sont en bois de cèdre et mesurent de 9,15 à 15 m de haut; ils sont disposés en moyenne à 30,50 m les uns des autres et supportent les conducteurs de transmission au moyen de traverses et d'isolateurs en verre à triple cloche; les conducteurs sont espacés de 0,40 m. Les circuits triphasés pour la force motrice occupent la partie supérieure et les circuits d'éclairage la partie inférieure. Les lignes réunies en câbles armés et isolés au papier, franchissent le canal en deux points, l'un au pont de Mille-Roches pour aller alimenter la ville en éclairage et en force motrice au moyen des circuits triphasés à 2200 volts et pour éclairer et desservir les moteurs sur la rive nord du pont. L'autre point se trouve à l'écluse 18 pour distribuer l'énergie à toute la rive nord au-dessous de cet endroit. Enfin, au pont de Stormont, près de Cornwall, un autre câble à 11 000 volts franchit encore le canal pour l'éclairage des deux appontements du pont et un câble de secours le traverse à l'écluse 17 pour permettre de suppléer aux deux précédents en cas de rupture.

Les lampes à arc, au nombre de 225, éclairent le canal dans toute sa longueur, les ponts et les écluses. A chaque quatrième poteau de la ligne de transmission, une lampe est suspendue à poste fixe à l'extrémité de colliers qui la maintiennent à 0,75 m du poteau. A chaque écluse, deux lampes sont disposées sur les piliers, deux en bas pour marquer l'entrée du passage, une au milieu entre les deux portes et une supportée par chaque porte d'écluse. De cette manière, les approches sont absolument déterminées et aucune erreur, aucun accident n'est possible avec cette clarté brillante qui permet de naviguer comme en plein jour. Du côté du pont de Stormont à Cornwall surtout, où se trouvent rapprochés l'une de l'autre trois écluses, on ne compte pas moins de 60 lampes à arc réunies dans un espace relativement restreint, ce qui produit une illumination des plus remarquables.

L'extrémité supérieure du canal s'élargit en un lac de proportions considérables, mais dont le niveau est à 9,15 m au dessous de l'étiage. Un barrage retient les eaux entre l'île Shieks et la côte canadienne, ménageant ainsi une large voie navigable d'environ 5 km de longueur qui nécessite un éclairage moins intense que dans les parties étroites; puis les lampes sont de nouveau disposées tous les 120 m à partir de l'écluse 21; à cet endroit les eaux du canal sont presque au niveau du fleuve Saint-Laurent, d'où elles partent en coulant entre deux longues jetées qui sont également éclairées par des lampes à arc. Quatre écluses, qui étaient d'abord isolées, ont été doublées par une seconde établie sur le côté sud de la première; les anciennes écluses mesurent 16,80 m de large et 61 m de long à l'intérieur des portes

tandis que les nouvelles ont 13,80 m de large sur 82 m de long. Sur la rive sud des écluses, au centre, entre les deux écluses, sur le petit îlot qui les séparent et sur la rive nord sont installées trois petites cabines de 2,15 m sur 2,75 m. Dans la première, trois transformateurs reliés aux conducteurs de la ligne à 11 000 volts, réduisent la tension à 550 volts pour la distribution aux moteurs qui sont au nombre de quatre par écluse, deux de chaque côté; un câble armé, isolé au papier, distribue le courant aux moteurs.

Chacun de ces postes contient un dispositif de démarrage et les appareils auxiliaires nécessaires pour la mise en marche des moteurs. Le poste de la rive sud commande les deux moteurs qui actionnent la porte sud, le poste de la rive nord commande les deux autres; le poste de l'îlot central commande les deux moteurs de la rive nord des nouvelles écluses et les deux moteurs de la rive sud les anciennes. En outre, le poste de la rive nord commande également les moteurs qui actionnent le mécanisme des vannes.

Cette disposition générale est identique pour toutes les écluses à l'exception des numéros 15 et 16 qui n'ont pas de vannes. L'installation électrique a été organisée de telle sorte qu'elle ne trouble en rien la possibilité de la manœuvre des treuils à la main en cas d'accident aux moteurs.

Quand le fonctionnement s'effectue à la main, les éclusiers font tourner laborieusement les treuils qui, par l'intermédiaire de chaînes et de deux poulies à gorges, ouvrent ou ferment les portes. Quatre treuils sont disposés aux angles de l'écluse, deux de chaque côté.

Le matériel électrique utilise toute la machinerie à main qui fonctionne alors automatiquement sous l'effort des moteurs; ceux-ci ont une puissance uniforme de 5 ch, tant pour les portes d'écluse que pour les vannes; ils sont disposés dans un logement ménagé près des tourillons des portes et s'accouplent aux treuils qu'ils actionnent par l'intermédiaire de deux embrayages à friction et d'un arbre à vis sans fin, suffisamment long pour embrayer à volonté l'un ou l'autre des deux treuils commandant la fermeture et l'ouverture d'une porte. La réduction de vitesse de l'engrenage interposé est dans le rapport de 42 à 1, ce qui donne pour l'arbre d'entraînement une vitesse angulaire de 26 révolutions par minute, le moteur donnant 1100 tours.

Quant aux vannes, elles sont soulevées et abaissées par l'intermédiaire d'une crémaillère qui engrène avec un pignon claveté sur un arbre actionné par le moteur. Si nous examinons le fonctionnement de l'ensemble nous pouvons, par les quelques lignes suivantes, juger de la rapidité et de la simplicité avec lesquelles il s'accomplit.

Dès qu'un chaland est signalé et s'approche remontant le canal par exemple, l'éclusier-chef ferme le circuit sur le moteur des vannes de la première porte; elles s'ouvrent donc progressivement laissant l'eau de la partie intérieure de l'écluse s'écouler dans la section inférieure du canal; les deux niveaux deviennent bientôt égaux. C'est alors que les deux éclusiers préposés aux portes ferment le circuit sur les deux moteurs électriques et embrayent l'arbre d'entraînement sur le treuil commandant l'ouverture de la première porte qui s'ouvre, le chaland peut pénétrer dans l'écluse. Aussitôt qu'il s'y trouve, le treuil de fermeture entre en action et en même temps le moteur électrique des vannes provoque l'abaissement de celles-ci. La même manœuvre se répète pour la porte supérieure; les vannes se lèvent, l'eau s'écoule dans l'écluse, le niveau de l'intérieur augmente et devient bientôt égal à celui de la section supérieure du canal; les secondes portes sont ouvertes et le chaland continue sa route. La manœuvre très simple de deux leviers d'embrayage et de la manette d'un commutateur a suffi pour provoquer tous ces mouvements successifs.

Bien entendu les vannes, comme toujours, servent à maintenir un niveau normal dans les écluses et les différentes sections du canal; suivant le débit des eaux elles sont plus ou moins relevées et on peut régler à volonté leur degré d'ouverture. Les deux ponts principaux qui coupent le canal de Cornwald sont ceux de Mille Roches et de Stormont mesurent 54,50 m de long sur 3,65 de large; tous sont d'ailleurs ouverts et fermés sous l'action de moteurs électriques. Ce sont, en réalité, de simples ponts tournants; le tablier reposant sur l'une des culées par l'intermédiaire de galets et de rails, pivote à cette extrémité en décrivant un quart de cercle. Ce mouvement s'effectue sous l'action d'un moteur de 5 ch semblable à ceux des écluses. Ce moteur provoque la rotation d'un arbre pourvu d'une vis sans fin qui engrène avec l'un ou l'autre de deux pignons dentés suivant la direction que doit prendre le tablier, pour l'ouverture ou pour la fermeture du pont. L'embrayage s'effectue au moyen d'un levier que l'opérateur manœuvre après avoir fermé le

circuit du moteur; dès que le pont a accompli son mouvement de rotation et approche de la fin de sa course, le circuit est coupé et l'embrayage inverse est immédiatement appliqué, il agit comme frein et tout l'ensemble s'arrête.

Si l'on ajoute à toute cette distribution une ligne supplémentaire de transmission qui permette de remorquer électriquement les chalands au moyen de l'un des procédés que l'*Electricien* a souvent décrit, on aura une organisation homogène et remarquable. Toute l'activité laborieuse qui règne le long de ce long cours d'eau a recours pour accomplir ses multiples fonctions à l'énergie électrique.

Georges Dary.

INSTRUCTIONS SUR LE MONTAGE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES JUSQU'A 600 VOLTS

(Suite) (1).

§ 16.

Traversée des murs et plafonds.

a) Pour le passage des murs, cloisons et plafonds, on encastrera des tuyaux isolants inaltérables et résistants à moins qu'un canal suffisamment large n'ait été ménagé pour que les conducteurs traversent sans toucher.

b) Si les tuyaux sont insuffisamment résistants, ils seront protégés par un tube métallique inoxydable qui, pour la traversée des planchers, devra faire saillie d'au moins 15 cm.

Les tuyaux isolants devront toujours dépasser d'au moins 5 mm les parois ou les tubes de protection.

c) Quand la traversée se fera vers l'extérieur ou vers un local mouillé, on ne pourra employer comme tube isolant que la porcelaine, le verre ou des matières analogues et la disposition du tube devra empêcher l'entrée et l'accumulation de l'eau, ce qui est réalisé en général en donnant aux extrémités la forme de pipes.

d) Pour les traversées on doit en règle générale ne mettre qu'un fil par tube.

CONDITIONS PARTICULIÈRES ET MODE D'EMPLOI DES CONDUCTEURS ET DU MATÉRIEL DE POSE

Les conditions d'emploi des divers conducteurs et leur mode de pose dans les différents locaux sont résumés dans le tableau de la page suivante.

(1) Voir l'*Électricien* du 9 juillet 1904, p. 25.

LIGNES EXTÉRIEURES ET AÉRIENNES

§ 18.

a) Les conducteurs doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour qu'il n'y ait aucun danger de rupture sous l'action des efforts qu'ils auront à supporter.

b) Les supports doivent présenter toutes les garanties de solidité nécessaires. En particulier, les supports en bois doivent être prémunis contre les actions de l'humidité du sol.

c) On ne pourra employer à l'extérieur que des isolateurs à double cloche placés verticalement ou des dispositifs isolants équivalents (1), à moins que les isolateurs ne soient protégés contre la pluie.

d) Les distances minima admises entre conducteurs nus sont :

10 cm	pour les portées	inférieures	à 1,50 m.
15	—	de 1,50	à 3,00 m.
20	—	de 3,00	à 6,00 m.
30	—	supérieure	à 6,00 m.

La distance des fils aux murs, parois ou autres objets sera d'au moins 10 cm.

Pour l'entrée dans les appareils on devra maintenir autant que possible ces mêmes écartements des murs.

e) Les conducteurs nus seront placés à une hauteur de 4 m au moins au-dessus du sol, quand il n'y a pas d'autres règlements à appliquer.

Sur les toits les conducteurs doivent être autant que possible hors de portée.

f) Lorsqu'une ligne de télécommunication (sonnerie, téléphone, etc.), est posée sur les mêmes supports que les lignes industrielles, elle doit toujours être placée au dessous de ces dernières. En outre, dans ce cas, les lignes de télécommunication doivent être assimilées comme montage aux lignes industrielles qu'elle suivent, tant en lignes courantes qu'à l'intérieur des bâtiments, et les appareils auxquels elles aboutissent doivent être protégés et disposés de manière à écarter tout danger (coupe-circuit, tapis isolant, etc.).

Dans le cas de courants alternatifs d'une tension supérieure à 200 volts ou de courants continus d'une tension supérieure à 400 volts, on prendra en plus les précautions suivantes :

g) Les supports accessibles doivent être munis, sur une hauteur de 50 cm à partir de 2 m au-dessus du sol, de dispositions spéciales pour empêcher autant que possible d'atteindre les conducteurs.

h) Les supports métalliques accessibles seront pourvus autant que possible d'une bonne communication avec le sol.

i) Sur les appuis d'angle on prendra les dispo-

(1) Pour les lignes de contact, telles que celles employées pour la traction, deux isolateurs simples placés en série dans l'appareil de suspension seront considérés comme équivalents à un isolateur à double cloche.

ISOLATION DES CONDUCTEURS	EXTÉRIEUR	LOCAUX TOUJOURS SECS	LOCAUX HUMIDES	LOCAUX MOUILLÉS	DANS LES MURS ET PLAFONDS
Conducteurs nus.	Doubles cloches.	Cloches, poulies à nervures.	Doubles cloches *jusqu'à 600 volts.* *Jusqu'à 300 volts* poulies à nervures.	Doubles cloches.	
A. Isolation légère. *Au-dessus de 300 volts à traiter comme les conducteurs nus.*	Doubles cloches.	Cloches, poulies, taquets, tubes isolants (1 fil par tube), *interdit sous moulures.*	Doubles cloches *jusqu'à 600 volts.* *Jusqu'à 300 volts* poulies à nervures.	Doubles cloches.	
B. Isolation moyenne.	Doubles cloches.	Cloches, poulies, taquets, tubes isolants (1 fil par tube). Moulures tubes isolants (3 fils par tube). } *Jusqu'à 150 volts entre fils.*	Cloches *jusqu'à 600 volts.* *Jusqu'à 300 volts* poulies à nervures.	Doubles cloches.	En tubes isolants armés (1 fil par tube).
C et D. Isolation forte (300 mégohms). Isolation très forte (600 mégohms).	Doubles cloches.	Cloches, poulies, taquets, tubes isolants (1 fil par tube). Tubes isolants (3 fils par tube), moulures. } *Jusqu'à 300 volts entre fils.*	Cloches, poulies à nervures, poulies, taquets *jusqu'à 600 volts.* Tubes *jusqu'à 150 volts avec isolation C; et jusqu'à 300 volts avec isolation D.*	Doubles cloches *jusqu'à 600 volts*; poulies à nervures *jusqu'à 150 volts isolation C; jusqu'à 300 volts isolation D.*	En tubes isolants armés (et simplement isolant pour plafonds) *jusqu'à 300 volts.*
E. Isolation supérieure (1 200 mégohms).	Doubles cloches.	Cloches, poulies, taquets, tubes isolants (3 fils par tube), moulures *jusqu'à 600 volts entre fils.*	Cloches, poulies à nervures, poulies, taquets, tubes *jusqu'à 600 volts.*	Doubles cloches, poulies à nervures *jusqu'à 600 volts.*	En tubes isolants armés (et simplement isolants pour plafonds) *jusqu'à 600 volts.*
Fil souple. F. Isolation moyenne. *Ne peut être employé que jusqu'à 150 volts.*		Cloches, poulies, taquets, tubes isolants *seulement comme conducteurs fixes et jusqu'à 150 volts.*			
Fil souple. G et H. Isolation forte (300 mégohms). Isolation très forte (600 mégohms).		Cloches, poulies, taquets, tubes isolants, attaches isolantes, conducteurs mobiles *jusqu'à 600 volts.*	Seulement comme conducteurs mobiles recouverts d'un tube en caoutchouc.	Seulement comme conducteurs mobiles recouverts d'un tube en caoutchouc.	En tubes isolants armés.
Câble sous plomb nu ou sous tressage métallique. Isolations D, E ou H.	Pinces en bois ou tubes protecteurs.	Pinces en bois ou tubes protecteurs.	Pinces en bois ou tubes protecteurs.	Pinces en bois ou tubes protecteurs.	En tubes protecteurs.
Câble armé.	Sans protection spéciale.	Sans protection spéciale.	Sans protection spéciale.	Sans protection spéciale.	Sans protection spéciale.

sitions nécessaires pour retenir les conducteurs au cas où ils viendraient à abandonner les isolateurs.

j) Pour la traversée des voies publiques et dans tous les cas où la chute d'un conducteur serait susceptible de compromettre la sécurité de la circulation, il sera établi un dispositif de protection au-dessous des conducteurs à moins que ceux-ci ne soient rendus inoffensifs en cas de rupture. L'installation devra en outre se conformer aux prescriptions administratives.

k) Les supports accessibles porteront l'inscription : *Dangereux, défense absolue de toucher aux fils, même tombés à terre.*

LIGNES SOUTERRAINES

§ 19.

a) Les conducteurs quels qu'ils soient doivent être protégés mécaniquement contre les avaries que pourraient leur occasionner le tassement des terres, le contact des corps durs ou le choc des outils en cas de fouille.

b) Les câbles sous plomb avec armature en fer ou en acier pourront être posés directement dans le sol; tous les autres doivent être protégés par des caniveaux ou tuyaux en ciment, grès, fonte ou dispositifs analogues.

c) La disposition des réseaux souterrains doit

être telle que les eaux et les gaz ne puissent s'accumuler ni dans les tuyaux et caniveaux ni dans les boites de branchement ou de jonction.

Ces dernières doivent être faciles à vérifier.

d) Les jonctions des conducteurs souterrains avec les autres parties du réseau doivent être déconnectables.

LIGNES DE TERRE

§ 20.

a) Il est interdit d'employer la terre seule comme partie du circuit.

b) Les lignes de terre doivent être en cuivre et leurs sections doivent être proportionnées aux intensités des courants qui peuvent les traverser, avec un minimum de 7 mm² (diamètre 3 mm). Pour les lignes de terre des parafoudres le minimum admissible est de 12 mm².

c) Toutes les jonctions des lignes de terre, sauf les raccords avec les machines et appareils, doivent être soudées.

d) Les lignes de terre doivent être mises à l'abri des détériorations mécaniques et chimiques.

e) Celles des parafoudres doivent avoir le moins de coudes ou d'angles vifs possible.

f) Les lignes de terre seront constituées :

1° Par des plaques, grillages, ou autres conducteurs noyés dans des terrains humides et de dimensions suffisantes pour résister à l'action destructive du sol ;

2° Par des conduites d'eau souterraines étendues ou autres masses métalliques en contact avec le sol ; ces dernières ne pourront être employées seules que pour les terres destinées uniquement à la protection des personnes (à l'exclusion des parafoudres).

g) La résistance de la prise de terre doit être aussi faible que possible, ne pas dépasser 20 ohms pour les parafoudres et dans tous les cas satisfaire aux conditions du § 1 *f*.

Il y aura lieu de soigner tout particulièrement la connexion entre la ligne et la prise de terre, surtout en ce qui concerne sa bonne conservation.

h) Il est très recommandé de mettre à la terre le fil neutre des réseaux à courant continu à 3 fils.

LIGNES A L'INTÉRIEUR DES BATIMENTS

§ 21.

Conducteurs nus.

a) Les conducteurs nus ne peuvent être employés que dans les locaux incombustibles ne contenant pas de matières inflammables et dans les salles de machines ou d'accumulateurs qui ne sont accessibles qu'au personnel de service.

b) Exceptionnellement les conducteurs nus peuvent être employés dans des locaux non incombustibles, mais ne contenant pas de matières facilement inflammables.

1° Comme lignes de contact ;

2° Lorsqu'il y a dégagement de vapeurs corrosives à condition de les recouvrir d'un enduit qui les protège contre les corrosions.

c) Les conducteurs nus ne peuvent être montés que sur isolateurs à cloche ou sur poulies à nervures et poulies-cloches.

d) Les distances minima admises entre conducteurs nus sont les mêmes que celles indiquées pour les lignes extérieures (§ 18, *d*). L'écartement des fils aux murs pourra être réduit à 5 cm pour des portées ne dépassant pas 1,50 m. Pour l'entrée dans les appareils on devra maintenir autant que possible ces mêmes écartements des murs. Pour les conducteurs reliant les accumulateurs au tableau, on peut admettre des distances plus faibles et des poulies de plus petites dimensions.

§ 22.

Conducteurs isolés.

a) D'une manière générale, le montage des lignes sera fait de façon que les conducteurs ne puissent toucher, même à l'entrée dans les appareils, les murs, parois et autres objets conducteurs ou facilement inflammables.

b) Dans les locaux humides et mouillés, la distance des conducteurs aux murs est déterminée par les dimensions des isolateurs admis, mais elle ne devra jamais être inférieure à 15 mm.

c) Les conducteurs isolés doivent également être écartés les uns des autres, qu'ils soient de même polarité ou de polarités différentes ; cependant il est permis jusqu'à 150 volts de torsader ou de poser dans un même tube des fils ayant au moins une isolation moyenne B, jusqu'à 300 volts des fils ayant au moins une isolation forte C et très forte D et jusqu'à 600 volts, des fils ayant une isolation supérieure E.

Les fils ainsi torsadés ne peuvent être employés que dans les conditions où les fils souples sont admis. Lorsque, par suite de circonstances particulières, on sera obligé de réunir plus de trois fils en paquet, ces fils devront avoir une isolation plus forte que celle normalement nécessaire et, en outre, les fils de polarités différentes devront être soigneusement séparés.

d) Lorsqu'aux croisements de conducteurs entre eux ou avec d'autres pièces métalliques il sera impossible de maintenir un écartement suffisant, il faudra interposer un isolant supplémentaire, sous forme de tube, plaque ou autre. Cet isolant supplémentaire doit être fixé soigneusement.

e) Le long des murs, l'écartement des supports autres que les cloches ne sera pas supérieur à 1,50 m. Le long des plafonds, leur écartement pourra être supérieur, quand cela sera nécessaire, pour adapter le montage à la construction du plafond.

§ 23.

Fils souples.

a) Les fils souples multiples ne peuvent être montés à demeure que dans des locaux parfaitement secs dans lesquels il n'y a ni production ni accumulation de mélanges explosifs, et à une distance de 3 mm au moins des murs et plafonds. Dans les appartements, on peut tolérer, sur parois isolantes, la fixation par *attaches isolantes* pour les fils souples isolés suivant G ou H.

b) On doit éviter autant que possible d'employer des conducteurs multiples pour l'arrivée aux interrupteurs et commutateurs. Dans les locaux où il se produit des poussières ou des duvets inflammables s'attachant aux fils, cet emploi ne peut être toléré.

c) L'emploi de ligatures métalliques pour les conducteurs multiples est interdit.

d) Pour la jonction des fils souples entre eux et avec d'autres conducteurs, il est recommandable de faire usage de rosaces avec contacts vissés.

e) Les dérivations de fils souples mobiles ne peuvent se faire que par l'intermédiaire de prises de courant à fiche ou appareils équivalents.

f) Lorsque des fils souples mobiles risquent de tremper dans l'eau (comme par exemple dans les teintureries, brasseries, etc.), ils doivent être entourés d'un tuyau en caoutchouc fermé hermétiquement aux deux extrémités.

ISOLATEURS, TUBES ET MOULURES

§ 24.

a) Les isolateurs à cloche ne peuvent être fixés à l'extérieur que dans une position verticale; dans les locaux couverts ils doivent être disposés de manière à ce que l'humidité ne puisse s'amasser dans la cloche.

b) Les vis des poulies devront être graissées avant leur emploi dans les endroits humides.

c) Les tuyaux contenant des conducteurs doivent être disposés de façon à empêcher l'entrée et l'accumulation de l'eau.

d) Le diamètre intérieur des tuyaux, le nombre des coudes et leur rayon, ainsi que le nombre des boîtes de jonction, doivent être choisis de telle manière qu'on puisse en tout temps passer ou retirer des conducteurs. Les branchements et dérivations des conducteurs ne doivent pas se faire dans les tuyaux mêmes, mais dans des boîtes de jonction, qu'on puisse ouvrir facilement en tout temps. Un même tuyau ne doit pas contenir plus de trois conducteurs. Lorsqu'on se sert de tuyaux à armature métallique pour conducteurs de courants alternatifs, les fils d'aller et de retour doivent être passés dans le même tuyau; il est en outre recommandé de torsader ces fils.

e) Les moulures ne peuvent être employées que dans des locaux parfaitement secs et ne doivent contenir que des fils ayant au moins une isolation moyenne. Elles ne pourront être placées en dessous de conduites d'eau ou de vapeur sans être efficacement protégées contre la chute des gouttes d'eau. Leur écartement minimum des conduites et pièces métalliques sera de 30 mm.

f) Les moulures doivent être enduites avant leur pose, et au moins sur la face regardant le mur, d'un produit empêchant l'absorption de l'humidité. On interposera, au moins dans les locaux industriels, entre les murs et les moulures, des cales, de manière à laisser derrière les moulures un espace d'air d'au moins 3 mm.

g) Les fils seront posés librement dans les rainures à raison d'un fil par rainure, et sans être maintenus par des pointes.

h) Les moulures devront toujours rester apparentes, c'est-à-dire ne pas être recouvertes de de papier ou de tentures et encore moins de crépissage.

i) Si plus de deux moulures sont posées parallèlement, il sera bon d'apposer d'une manière visible des marques pour permettre de suivre les différents circuits.

E. — APPAREILS

§ 25.

GÉNÉRALITÉS

a) Tous les appareils doivent être construits de telle façon que leur fonctionnement ou leur manœuvre ne donne jamais lieu à un arc durable et ne puisse occasionner aucun accident.

b) Les parties conductrices de tous les appareils doivent être fixées sur des isolants incombustibles et non hygrométriques (l'ardoise n'est pas admise).

c) Tous les appareils accessibles, à l'exception de ceux qui se trouvent dans les locaux spécifiés § I *b* et *c*, doivent être munis d'enveloppes protectrices recouvrant leurs parties conductrices. Lorsque *la tension dépasse ou peut dépasser 200 volts alternatifs et 400 volts continus*, ces enveloppes, si elles sont métalliques, seront mises à la terre *quel que soit le local*, à moins qu'on ne puisse les atteindre que d'un plancher isolant (voir § I *d*, *f* et *g*).

d) L'isolation des appareils, tant par rapport à la terre qu'entre leurs différents organes, devra être équivalente à celle des lignes sur lesquelles ils sont montés et leur construction devra être appropriée aux locaux auxquels ils sont destinés. Leur construction sera telle que les conducteurs d'amenée soient écartés de la paroi d'appui.

e) La connexion entre le conducteur et l'appareil devra être faite par serrage par vis.

f) La surélévation de température des pièces conductrices et des contacts ne devra pas dépasser 20° C en fonctionnement continu.

g) Les fusibles des coupe-circuits ne sont p r

astreints à cette condition, mais la surélévation de température de leurs contacts ne doit pas dépasser 40° C.

(*A suivre*).

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCE DU 17 JUIN 1904

M. Bouty appelle l'attention de la Société sur le haut intérêt que présentent, indépendamment de toute théorie, les expériences de M. Rothé, sur la polarisation des électrodes et la continuité de la polarisation et de l'électrolyse.

Sur la déviation électrostatique des rayons magnétocathodiques, par M. Fortin. — Quand on place un tube de Crookes en activité dans un champ magnétique progressivement croissant, on voit d'abord les rayons cathodiques s'enrouler en hélice autour du champ magnétique, suivant les lois connues; puis, brusquement, pour une certaine valeur du champ, on voit apparaître des rayons qui dessinent le tube de force magnétique issu de la cathode. M. Villard a montré que ces rayons, auxquels il a donné le nom de *rayons magnétocathodiques*, ne paraissent pas transporter de charges électriques, et que, *dans un champ électrostatique perpendiculaire à leur direction, ils sont déviés perpendiculairement à ce champ électrique*.

L'interprétation de ces faits est difficile; mais, quelle que soit la nature vraie des rayons magnétocathodiques, on peut montrer qu'ils se comportent vis-à-vis du champ électrostatique comme le feraient des rayons cathodiques ordinaires enroulés autour des lignes de force magnétique en hélice de rayon très petit.

Soit, en effet, une particule cathodique de masse m et de charge $-e$, passant à l'origine des coordonnées au temps o, avec une vitesse u_0, v_0, w_0. Supposons-la placée à la fois dans un champ magnétique uniforme $\mathcal{H}$, dirigé suivant Oz, et dans un champ électrostatique uniforme F, dirigé suivant Ox. Elle subit une force électrostatique parallèle à Ox, de projections $-$ Fe, o, o, et une force électromagnétique perpendiculaire à Oz, de projections

$$\mathcal{H} e \frac{dy}{dt}, \ -\mathcal{H} \frac{dy}{dt}, \ o.$$

Les équations différentielles de son mouvement sont donc

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{\mathcal{H} e}{m}\frac{dy}{dt} - \frac{Fe}{m}, \quad \frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{\mathcal{H} e}{m}\frac{dx}{dt}, \quad \frac{d^2z}{dt^2} = 0$$

L'intégration fournit les équations de la trajectoire

$$\begin{cases} x = \dfrac{m}{\mathcal{H} e}\sqrt{u_0^2 + \left(\dfrac{F}{\mathcal{H}} - v^0\right)^2}\sin\left(\dfrac{\mathcal{H} e}{m}t + \varphi\right) + \\ \quad + \dfrac{m}{\mathcal{H} e}v_0 - \dfrac{m}{\mathcal{H} e}\dfrac{F}{\mathcal{H}}, \\ y = \dfrac{m}{\mathcal{H} e}\sqrt{u_0^2 + \left(\dfrac{F}{\mathcal{H}} - v_0\right)^2}\cos\left(\dfrac{\mathcal{H} e}{m}t + \varphi\right) - \\ \quad - \dfrac{m}{\mathcal{H} e}u_0 + \dfrac{F}{\mathcal{H}}t, \\ z = w_0 t, \end{cases}$$

avec

$$\tang \varphi = \frac{\dfrac{F}{\mathcal{H}} - v_0}{u_0}.$$

Cette trajectoire est tracée sur un cylindre circulaire oblique. Dans le plan xOy, la base est un cercle dont le centre a pour coordonnées

$$\frac{m}{\mathcal{H} e}v_0 - \frac{m}{\mathcal{H} e}\frac{F}{\mathcal{H}}, \quad -\frac{m}{\mathcal{H} e}u_0.$$

Les génératrices sont perpendiculaires au champ électrique Ox et font avec le champ magnétique Oz un angle θ défini par

(1) $$\tang \theta = \frac{F}{\mathcal{H} w_0}.$$

Or, s'il n'y avait pas eu de champ électrostatique, la trajectoire aurait été tracée sur un cylindre circulaire droit, de génératrices parallèles à Oz, la base dans le plan xOy étant un cercle dont le centre aurait eu pour coordonnées

$$\frac{m}{\mathcal{H} e}v_0, \quad -\frac{m}{\mathcal{H} e}u_0.$$

Le rayon sensiblement confondu avec l'axe du cylindre, reste donc rectiligne. Le champ électrostatique lui fait subir une translation parallèle au champ

$$T = -\frac{m}{\mathcal{H} e}\frac{F}{\mathcal{H}},$$

et une rotation θ dans un plan perpendiculaire à ce champ.

La formule (1) montre que la rotation est proportionnelle au champ électrostatique, en raison inverse du champ magnétique, et qu'elle change de sens en même temps que chacun d'eux. Tout cela est d'accord avec les observations de M. Villard sur les rayons magnétocathodiques. Le sens de la déviation est aussi conforme à la règle trouvée expérimentalement.

Enfin la concordance subsiste également pour l'ordre de grandeur des phénomènes. En adoptant les données suivantes :

F = 1.000 volts par centimètre, $\mathcal{H}$ = 200 gauss.

on trouve

$$T = 1^{mm}, \quad \tang \theta = \tfrac{1}{10}.$$

Ces nombres sont bien de l'ordre de grandeur indiqué par l'expérience.

Il faut remarquer que, dans cet ordre d'idées, il

n'y aurait pas identité complète entre la déviation magnétique d'un rayon cathodique ordinaire et la déviation électrostatique d'un rayon magnétocathodique. En effet, un rayon cathodique rectiligne placé dans un champ magnétique uniforme perpendiculaire à sa direction se recourbe en arc de cercle. Au contraire, un rayon cathodique spiral placé dans un champ électrostatique perpendiculaire à sa direction ne subirait qu'une espèce de réfraction à son entrée dans le champ électrique, accompagnée d'une petite translation parallèle au champ, et il continuerait ensuite à s'y propager en ligne droite.

Des considérations analogues peuvent être développées relativement à la formation même des rayons magnétocathodiques. Je me réserve de revenir ultérieurement sur ce sujet.

M. P. Villard reconnait que cette théorie aurait le grand avantage d'expliquer sans hypothèse nouvelle la déviation électrique des rayons magnétocathodiques et leur grande analogie avec les rayons cathodiques; peut-être y aurait-il lieu d'admettre que les corpuscules, au lieu de décrire des trajectoires hélicoïdales, tournent simplement sur eux-mêmes pendant leur marche; on rendrait ainsi mieux compte de l'absence complète de transition entre les deux espèces de rayons; mais une grosse difficulté se présente, au moins provisoirement : le champ magnétique a évidemment sur les rayons en question une action qui n'est pas seulement directrice; le potentiel de décharge s'abaisse notablement, les rayons X produits augmentent beaucoup d'intensité avec le champ. D'autre part, les rayons magnétocathodiques ne paraissent pas être électrisés. L'auteur se propose néanmoins de réaliser, en raison de l'intérêt qu'elle présente, l'expérience relative à la forme de la trajectoire dans un champ électrique.

Appareil pour le nettoiement automatique et continu du mercure; par M. A. Turpain.

M. Berlemont présente, au nom de M. Turpain, un nouveau dispositif d'appareil pour nettoyer le mercure.

L'appareil est construit de telle façon que le mercure traverse en gouttelettes fines un premier récipient contenant de l'acide azotique dilué et de l'azotate de mercure, où il se trouve purgé de ses impuretés; ensuite il passe dans un second récipient qui contient de l'acide sulfurique pur, où il est déshydraté, puis enfin dans un troisième récipient qui contient de la potasse pour neutraliser l'acide.

Le mercure, tombant ensuite dans un flacon inférieur, est rappelé au sommet de l'appareil au moyen d'un remontage automatique, fonctionnant au moyen de la trompe à eau, et repasse à nouveau dans les trois récipients. Au bout d'un certain temps de cette manœuvre automatique, le mercure est suffisamment propre et sec pour pouvoir être employé à différents usages en physique. L'appareil est facilement démontable pour que le nettoyage puisse se faire aisément.

Etude et comparaison des procédés de réduction de l'hystérésis magétique; par Ch. Maurain. — M. Cotton présente, au nom de M. Maurain, les résultats d'expériences sur *L'étude et la comparaison des procédés de réduction de l'hystérésis magnétique*. Les courbes d'aimantation obtenues à champ magnétisant croissant ou décroissant sont différentes et forment la boucle d'hystérésis bien connue. En superposant à l'action du champ magnétisant une action auxiliaire, on peut réduire et même supprimer complètement l'hystérésis, c'est-à-dire obtenir une courbe d'aimantation réversible, la même à champ croissant ou décroissant. Quelques physiciens ont déjà obtenu des courbes de ce genre : M. Ewing, par l'action des chocs; MM. Franklin et Clarke, par l'action d'un champ alternatif superposé au champ magnétisant. Mais ils n'ont expérimenté que sur des échantillons de fer et chacun par une seule méthode.

M. Maurain s'est proposé de chercher si plusieurs procédés de réduction de l'hystérésis, appliqués au même noyau magnétique dans les mêmes conditions, donnent la même courbe d'aimantation; si l'expérience avait répondu affirmativement, on aurait obtenu ainsi une courbe normale d'aimantation définissant l'intensité d'aimantation comme fonction du champ magnétisant.

Il a commencé par étudier les conditions où réussit l'application des différents procédés suivants :

1° *Procédés où l'action auxiliaire est électromagnétique.* — A, Champ alternatif de même direction que le champ magnétisant, et de fréquence ordinaire (70 à 80). — B, Courant alternatif parcourant le fil étudié, c'est-à-dire champ magnétique transversal, de fréquence ordinaire. — C, Champ oscillant, de fréquence 10^6 à 10^7. — D, Courant oscillatoire, du même ordre de fréquence, parcourant le fil.

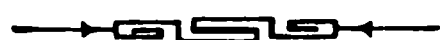
Toutes ces actions électromagnétiques doivent être mises en jeu *à intensité décroissante* après chaque variation du champ magnétisant; on doit d'abord leur donner une amplitude dépendant de la nature du noyau magnétique, puis faire décroître cette amplitude jusqu'à 0, pour que la seule action qui s'exerce à la fin soit celle du champ magnétisant actuel. A et B peuvent s'appliquer à des échantillons de fer ou d'acier (non trempé) assez épais, la localisation superficielle du champ ou du courant alternatif étant peu prononcée à cette fréquence; C et D sont plus énergiques et réussissent même avec l'acier trempé, mais ne peuvent s'appliquer qu'à des échantillons très minces, à cause de la localisation superficielle, intense à ces fréquences.

2° *Actions mécaniques.* — On n'a pu obtenir la réduction à peu près complète de l'hystérésis, par

des chocs, que pour deux tiges de fer doux assez épaisses.

En appliquant alors successivement ces divers procédés aux mêmes échantillons, on obtient des courbes réversibles qui ont la même allure, c'est-à-dire qui montent rapidement à partir de l'origine et ne présentent pas de point d'inflexion, mais *qui sont nettement différentes;* elles se placent dans le même ordre pour tous les échantillons étudiés : C donne la courbe la plus élevée; puis D, un peu au-dessous de C; puis B et enfin A. Quant aux courbes correspondant aux actions mécaniques, elles n'ont pu être comparées qu'aux courbes A et B, les procédés C et D ne s'appliquant pas aux tiges correspondantes à cause de leur épaisseur: elles sont, pour les deux tiges étudiées, confondues matériellement avec les courbes A, les courbes B étant d'ailleurs plus élevées.

Le fait que les courbes d'aimantation réversibles obtenues par différents procédés sont différentes enlève l'espoir de définir ainsi expérimentalement une courbe normale d'aimantation et montre la complexité des phénomènes rassemblés sous le nom de *phénomènes d'hystérésis magnétique.*



SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

SÉANCE DU 17 JUIN 1904

M. le président rappelle qu'il a l'agréable mission de proclamer, dans la séance de ce soir, les noms des lauréats des divers prix que la Société doit décerner cette année, savoir :

Prix annuel,
Prix M. Alcan,
Prix F. Coignet.

Le prix annuel est décerné à M. Henri Bénard pour son mémoire : *les Phares du Sud de la mer Rouge et leur installation,* publié dans le Bulletin d'avril 1903.

M. le Président est heureux d'adresser les félicitations de la Société et les siennes personnelles au lauréat, qui était on ne peut mieux désigné pour cette récompense par son mémoire remarquable à la fois par sa rédaction si complète et par l'intérêt qu'il présente au point de vue technique en montrant comment ont été vaincues les difficultés considérables rencontrées dans l'exécution d'un travail d'établissement de trois phares sur des ilots pour ainsi dire inaccessibles. (*Applaudissements*)

En l'absence de M. Bénard, retenu à l'étranger, M. le Président remet le prix à son associé M. Barbier.

M. le Président proclame ensuite le lauréat du prix Michel-Alcan, fondé par M. Simon, membre de la Société, en mémoire de M. Alcan, ancien Président, prix décerné au meilleur mémoire présenté par un Membre dont l'admission dans la Société remonte à moins de trois ans. Il a été attribué cette année à M. Léon Guillet pour son mémoire : *la Métallographie microscopique et son utilisation comme méthode d'essais,* paru dans le Bulletin de juillet 1903.

M. le Président félicite avec le plus grand plaisir, au nom de la Société, M. Léon Guillet auquel la Société, en dehors du mémoire primé, est redevable de plusieurs autres travaux importants que l'auteur a exposés, et notamment de la communication très intéressante portée à l'ordre du jour de la séance. Les travaux de M. Guillet ont rendu de sérieux services aux métallurgistes et aux constructeurs tout à la fois. (*Applaudissements.)*

Enfin, le troisième prix à décerner cette année était le prix François-Coignet, fondé par la famille Coignet, et qui était réservé cette année à la Section d'électricité.

Il a été décerné *ex æquo.*

A M. R.-V. Picou pour son mémoire sur la *Régulation des moteurs appliqués à la commande des machines dynamo-électriques,* paru dans le Bulletin d'octobre 1903 ;

Et à M. E. Hospitalier pour son mémoire *Observations et enregistrement des phénomènes périodiquement et rapidement variables* paru dans le Bulletin de février 1903.

M. le président félicite les deux lauréats, dont les mérites sont trop connus pour en faire l'éloge. M. Picou, dont tout le monde a admiré la belle œuvre quand il était Ingénieur en Chef de la Section électrique à l'Exposition de 1900, a étudié d'une façon très complète le problème délicat de la régulation des groupes électrogènes et a montré ses hautes qualités tant d'électricien que de mécanicien de premier ordre. (*Applaudissements.*)

M. Hospitalier a décrit, dans son mémoire, des appareils d'un grand intérêt pratique, puisqu'ils complètent nos organes visuels, si imparfaits, permettant de se rendre compte de phénomènes très utiles à observer et dont les applications sont très multiples. Ce travail de M. Hospitalier ne peut qu'être fécond en résultats et récompense en outre des créations personnelles dont M. le Président est heureux de le complimenter. *(Applaudissements.)*

M. le Président exprime le vœu de voir la Société disposer, dans l'avenir, de prix plus nombreux à décerner à un grand nombre de travaux qui méritent d'être distingués.

BIBLIOGRAPHIE

Le Problème général du vol et la force centrifuge, par A. Averly. — 1er fascicule. In-8° de 95 pages et 21 figures dans le texte. Vve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1904. Prix : 3 francs.

L'auteur aborde dans ce fascicule l'étude mécanique

du vol. Cette étude, qui aurait dû nécessairement précéder toutes les expériences d'aviation, vient néanmoins à son heure : le nombre d'empiristes qui abordent le délicat et séduisant problème de l'aviation est aujourd'hui légion et il est vraiment utile qu'on envisage enfin le problème d'une façon sérieuse, ne serait-ce que pour conserver aux esprits pratiques l'appui matériel dont ils ont besoin pour la réalisation de leurs conceptions.

L'auteur estime, et en cela nous sommes absolument de son avis, que la solution du problème de la locomotion dans l'air doit être cherchée uniquement dans la réalisation d'un mécanisme similaire à celui des oiseaux, c'est-à-dire dans ce qu'on a appelé « le plus lourd que l'air » ou l'équilibre dynamique. Le ballon libre, qui est la solution basée sur le principe d'Archimède ou des corps immergés, ne donnera jamais un moyen efficace de voyager dans l'air, mais seulement un procédé plus ou moins imparfait et essentiellement subordonné à la vitesse et à la direction des courants aériens.

M. Averly s'appuie sur les remarquables travaux du regretté M. Marey pour étudier le vol au point de vue mécanique et dynamique et il établit une théorie du vol basée sur l'observation des phénomènes naturels et sur les principes de l'aérodynamique. — A. B.

CHRONIQUE

La traction électrique à Londres.

La commission royale du Trafic à Londres, qui a été nommée il y a plus d'un an afin d'étudier la question des transports dans les quartiers populeux de Londres, vient d'achever son enquête. Toutes les personnes qui pouvaient avoir quelque intérêt à ce sujet et qui pouvaient prétendre avoir quelque droit d'élever la voix et de donner leur avis sur la question, ont été appelées et leur témoignage est énoncé en résumé dans ce rapport. Mais parce que les membres de la commission ont terminé leur enquête, il ne faut pas s'imaginer que leurs travaux ont pris fin ! oh non ! Ils doivent encore, avec l'aide d'experts désignés, se frayer une route dans le maquis épais des opinions émises et des notes officielles et ensuite résumer le tout de leur mieux, afin que le Parlement déclare si l'ensemble lui plaît ou non. On pense que leur rapport sera achevé avant la fin de l'année, mais personne ne peut se hasarder à citer une date et surtout à déterminer l'époque à laquelle la ville de Londres pourra retirer enfin quelque profit de tous les innombrables travaux de cette commission. Plusieurs lignes de chemins de fer tubulaires resteront à l'état de projet jusqu'à la publication dudit rapport et on peut douter que quelques-uns d'entre eux voient jamais la lumière. Pendant ce temps, les chemins de fer du Métropolitain et des Districts continuent leurs travaux et, dans quelques mois, à moins d'accidents inopinés, leur station centrale d'énergie sera terminée, les tunnels installés à nouveau et tout l'appareillage électrique prêt à fonctionner. Alors ils pourront faire concurrence à la ligne tubulaire du Central London qui attend toujours l'élargissement de ses tunnels et offrir au public des lignes plus agréables à fréquenter que le tube étroit que l'on connaît dont la ventilation n'est pas à recommander. Si les ex erts en traction qui ont été cités comme témoins dans l'enquête de la commission ont été unanimes sur quelque point, c'est certainement au sujet de leur requête au Parlement dans laquelle ils demandaient qu'une autorité quelconque parlementaire dont la compétence en traction électrique soit indiscutable, active quelque peu l'examen des projets qui leur seraient soumis. Un arrangement de cette nature ne pourrait qu'être profitable à tout le monde, au public, à l'industrie et à l'électricité.

A. H. B.

Un nouveau détecteur des ondes électriques.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* donne les détails ci-après sur un nouveau détecteur des ondes électriques, construit par MM. J.-A. Ewing et L.-H. Walter :

« Les ondes provoquent un changement dans l'hystérésis d'une pièce d'un métal magnétique qui est soumise à l'influence d'un champ tournant. L'hystérésis fait que la pièce de métal se trouve entraînée, par le champ tournant, en sens contraire de celui que produit un ressort, en sorte que l'on obtient une déviation bien définie de la pièce métallique. Mais cette déviation se trouve être modifiée subitement par les ondes électriques qui traversent la masse métallique : on obtient ainsi un signal télégraphique. Le changement consiste en une diminution de la déviation; pourtant, si la masse magnétique est constituée par un fil de bon acier parfaitement isolé, c'est un accroissement de la déviation qui se produit. Le champ tournant est créé par un électro-aimant pourvu de pièces polaires en forme de coins. Entre ces pièces polaires peut se mouvoir une longue bobine en fil d'acier, si bien que l'attraction magnétique tend à faire tourner la bobine en question autour de son axe. La rotation est réglée par un ressort, et la déviation se lit sur un miroir. La bobine, sans induction, porte un enroulement en fil d'acier trempé et étiré, que l'on isole au moyen d'une enveloppe en soie préalablement trempée dans l'huile. Les inventeurs attribuent les résultats donnés par cet appareil à un accroissement de l'aimantation et de l'hystérésis provoquées par le champ tournant oscillant. » — G.

Extraction électrolytique de l'étain des déchets de fer blanc.

Un nouveau procédé, dû à M. H. W. Hemingway consiste à dissoudre l'étain dans une solution acide de sulfate ferrique ou dans une dissolution d'azotate de sodium additionnée d'acide sulfurique.

L'étain est ensuite précipité électrolytiquement en employant une cathode en cuivre et une anode en fer. La solution de sulfate ferreux obtenue peut être réoxydée par un mélange d'azotate de sodium et d'acide sulfurique, à la température de 60°. Les composés nitreux qui se dégagent sont transformés en acide azotique. — K.

ADRESSES RELATIVES AUX APPAREILS DÉCRITS

Condensateurs industriels Moscicki : MM. E. Cadiot et Cie, 12, rue Saint-Georges, Paris.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 708 23 Juillet 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 147-92). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier**, *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.*

MESURE DES COEFFICIENTS D'INDUCTION

ET DE LA PERTE D'ÉNERGIE

DANS LES APPAREILS A COURANTS ALTERNATIFS

Par le docteur **F. Dolezalek**, de Berlin (1).

L'emploi toujours plus fréquent de courants alternatifs d'assez haute fréquence dans les transports d'énergie, dans la transmission des signaux télégraphiques, etc., a rendu nécessaire l'emploi d'un appareil de mesure commode, permettant de déterminer, aussi exactement que possible, les constantes caractéristiques des courants alternatifs, c'est-à-dire les coefficients de self-induction et d'induction mutuelle, la capacité, ainsi que les pertes d'énergie dues aux courants de Foucault et à l'hystérésis.

Comme ces quantités dépendent, généralement, de la fréquence du courant alternatif; on doit, si l'on veut obtenir des résultats exacts, déterminer leurs valeurs respectives en opérant sur le courant même que l'on veut étudier. Or, la plupart des méthodes jusqu'ici en usage, utilisant le galvanomètre balistique, ne donnent que rarement les valeurs cherchées; les résultats obtenus s'écartent souvent de 100 0/0 et plus de la réalité.

C'est pour combler cette lacune qu'ont été imaginés les instruments qui vont être décrits et qui sont construits par la Société Siemens et Halske, de Berlin.

Le principe théorique de ces nouveaux appareils repose sur les recherches classiques effectuées à propos du pont de Wheatstone à courants alternatifs, par Maxwell, F. Kohlrausch, Oberbeck, lord Rayleigh, ainsi que sur les nombreux et importants travaux de M. Wien (1).

Ce principe est le suivant : soit un courant alternatif de fréquence n passant dans un appareil à courant alternatif, soit U la tension efficace aux bornes de cet appareil. Si cet appareil ne présente ni self-induction, ni capacité, l'intensité efficace I a une valeur donnée par la formule d'ohm :

$$I = \frac{U}{R} \qquad (1),$$

dans laquelle R exprime la résistance de l'appareil. Si, indépendamment de sa résistance ohmique, l'appareil présente de la self-induction L, la résistance ohmique se trouve augmentée de l'inductance, et l'intensité efficace s'exprime alors par l'équation :

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (2\pi n L)^2}} \qquad (2).$$

Dans les deux cas, la perte d'énergie dissipée sous forme thermique reste la même, et elle s'élève, dans le temps t à :

$$I^2 Rt \text{ watt-seconde.}$$

Mais les choses ne se passent ainsi qu'autant qu'il ne se trouve aucun noyau de fer dans la bobine de l'appareil et que cette bobine ne produit aucun effet d'induction sur des masses métalliques ou sur une bobine voisine. Si la bobine contient du fer ou si elle agit par induction, le courant induit (courant de Foucault) produit un décalage de phase du champ magnétique par rapport au courant d'excitation et il diminue ainsi la self induction L qui devient L'.

En outre, il se développe dans le circuit secondaire une certaine quantité de chaleur qui, naturellement, se produit aux dépens de l'énergie fournie au circuit primaire. Il en résulte que la résistance R de la bobine qui absorbe de l'énergie, semble augmentée. De la résistance et du coefficient de self-induction du circuit secondaire, du coefficient d'induction de ce circuit secondaire, par rapport au circuit primaire, et de la fréquence du courant alternatif, on peut déduire l'effet de réactance exercé sur le circuit primaire Maxwell, qui a été le premier à effectuer ce calcul, a trouvé que, dans ce cas également, la valeur de l'intensité du courant est donnée par l'expression :

$$I = \frac{U}{\sqrt{R'^2 + (L' 2\pi n)^2}} \qquad (3)$$

Dans cette équation, L' représente le coefficient de self-induction réduit par suite du décalage du champ par rapport au courant d'excitation (courants de Foucault), et R' l'impédance de la bobine. Tandis que, dans cette bobine, lorsqu'il ne se produit pas de courants de Foucault, la perte d'énergie est :

$$I^2 Rt \text{ watts-seconde} \qquad (4),$$

sous l'action des courants de Foucault, cette perte d'énergie devient :

$$I^2 (R' - K)t \text{ watts-seconde} \qquad (5).$$

(1) Traduction d'un mémoire publié dans la *Zeitschrift für Instrumentenkunde* de Berlin.

(1) Il convient de signaler tout spécialement les deux œuvres capitales de M. Wien : « Mesure des constantes d'induction », *Wied. Ann.* 44, p. 689. 1891, et « Aimantation par le courant alternatif », *Wied. Ann.* 66, p. 870. 1898.

Indépendamment des pertes dues aux courants parasites, les autres causes de pertes qui existent dans les récepteurs à courants alternatifs, — par exemple, l'hystérésis des substances magnétiques ou diélectriques, l'écartement des lignes de force sur les conducteurs assez gros, — occasionnent une augmentation de la résistance apparente : par suite, la perte totale d'énergie peut se mesurer au moyen de la différence qui se manifeste entre la résistance opposée à la propagation du courant alternatif R' et celle opposée à la propagation du courant continu R. Naturellement, cette résistance $R' - R$, est fonction de la fréquence, et augmente rapidement avec cette dernière. Si l'on se trouve en présence de pertes notables dues à l'hystérésis $R' - R$ est en outre, dans ce cas, fonction de l'intensité du courant.

La déterminationde L', R et $R' = R$, à l'aide

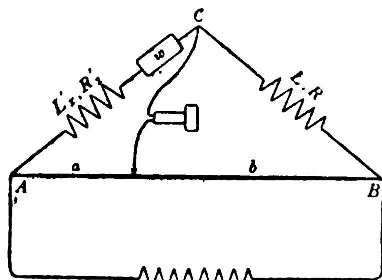


Fig. 1.

du pont à courant alternatif, se détermine de la manière suivante :

Dans la fig. 1, AB indique un fil calibré en manganin, sur lequel appuie un contact glissant, semblable à ceux que l'on emploie pour les mesures du courant continu ; sur la branche AC du pont se trouve l'appareil dont il s'agit de déterminer la self-induction L'_x et la réactance $R'_x - R_x$. En outre, sur la même branche, on dispose une caisse de résistances ordinaires w sans induction. La branche BC du pont contient une bobine de self-induction, dont le coefficient a une valeur donnée L et une résistance également déterminée R. Aux points de jonction A et B, on applique un courant alternatif de forme sinusoïdale et de fréquence connue ; comme appareil indicateur du zéro, on emploie un téléphone ordinaire. Le téléphone demeure silencieux lorsque les résistances, aussi bien que la self-induction des deux branches du pont, sont dans un même rapport que les sections a et b du fil calibré. Le réglage s'opère suivant la méthode usuelle, en déplaçant alternativement le contact glissant et en modifiant, à l'aide de la boîte de résistance, la valeur des résistances intercalées, de manière à déterminer exactement le minimum réalisable. Si l'appareil soumis à ces essais ne présente aucune perte d'énergie, en dehors de celles occasionnées par la résistance de l'enroulement, le pont étant au zéro on obtient les équations :

$$\frac{R_x + w}{R} = \frac{a}{b} \qquad \frac{L'_x}{L} = \frac{a}{b}.$$

La première de ces équations satisfait à la condition exigée pour obtenir le zéro lorsque le pont est parcouru par un courant continu. Si l'appareil essayé donne lieu à la production de courants de Foucault ou à des pertes dues à l'hystérésis, lorsque le pont est en équilibre, on a les équations :

$$\frac{R_x + w}{R} = \frac{a}{b} \qquad (6)$$

$$\frac{L'_x}{L'} = \frac{a}{b} \qquad (7)$$

Le rapport des résistances

$$\frac{(R'_x + w)}{R}$$

n'est plus alors identique à la condition exigée pour le courant continu. C'est pourquoi, après avoir trouvé la position qui donne le minimum réalisable avec un courant alternatif, si on lance un courant continu sur le pont et que l'on remplace le téléphone par un galvanomètre, ce dernier indique que l'équilibre du pont n'est pas obtenu. En modifiant convenablement les résistances de la boîte w, on peut alors atteindre l'équilibre. La valeur des résistances ainsi ajoutées donne celle des pertes $R' - R$. En multipliant cette valeur par le carré de l'intensité du courant, on a, exprimée en watts, la puissance dissipée dans l'appareil par seconde par suite de l'hystérésis, des courants de Foucault, etc. Il convient de remarquer que, dans ce procédé, la détermination de la différence $R' - R$ se fait par substitution directe et que, par suite, les défauts de calibrage du fil pilote et les autres imperfections de même nature sont sans influence. Il en résulte que, par ce procédé, on détermine avec une exactitude suffisante même de très petites pertes.

Les valeurs des coefficients de self-induction effective et de la résistance apparente se déduisent, sans difficulté, des équations (6) et (7).

Pour effectuer des mesures d'après cette méthode, on utilise les appareils ci-après :

I. — Génératrice à courant alternatif.

Etant donné que les valeurs de la self-induction et de la résistance, dans les appareils à pertes sensibles, se trouvent être grandement influencées par la fréquence du courant alternatif, on n'obtient de bons résultats qu'à la condition d'utiliser l'instrument avec un courant alternatif d'allure presque complètement sinusoïdale.

Quand il s'agit d'essayer des appareils présentant de fortes pertes, l'emploi d'un courant d'allure sinusoïdale devient indispensable, si l'on veut utiliser le téléphone ordinaire comme indicateur de zéro à défaut d'appareils rigoureusement réglés, tels que le téléphone optique de M. Wien ou bien le galvanomètre à vibrations de M. Rubens. Lorsque le courant alternatif utilisé est presque sinusoïdal, le téléphone ordinaire suffit parfaitement pour les mesures dont il s'agit ici. Quant aux génératrices de courant ordinairement employées dans les expériences qui comportent l'usage du pont à courants alternatifs (par exemple, l'interrupteur de Neef, l'interrupteur à cordes, l'interrupteur Wehnelt, etc), ces appareils donnent nécessairement, par suite de l'interruption subite du circuit, un courant alternatif s'écartant notablement de la sinusoïde, bien que la fréquence fondamentale se maintienne très constante. Si l'on veut produire, au moyen d'une bobine d'induction, un courant à peu près sinusoïdal, il faut remplacer l'interruption complète du courant par des variations de résistance du circuit primaire, variations à peu près proportionnelles à l'amplitude des oscillations de la corde, de la membrane, etc. Il est possible d'obtenir ce résultat en substituant un contact microphonique au contact ordinaire de l'interrupteur. Or, un appareil de ce genre a été construit depuis longtemps par la maison Siemens et Halske, qui l'emploie comme appel téléphonique et lui a donné le nom de ronfleur microphonique.

La figure 2 montre la coupe d'un ronfleur de ce genre. Au centre d'une membrane téléphonique circulaire M est fixé un microphone à charbon. Ce dernier est enveloppé d'un tube d'acier aimanté R placé en regard de la membrane téléphonique et à une faible distance, réglable, de cette dernière. Sur le tube d'acier, on place une bobine, dont l'enroulement est monté en série avec le secondaire d'une bobine d'induction et avec le conducteur utilisé. L'enroulement primaire P de la bobine d'induction est relié au microphone et à une batterie de deux accumulateurs A, de manière à constituer un circuit. Si la membrane oscille en se rapprochant du tube d'acier, la résistance du contact microphonique diminue, et le courant provoque dans l'enroulement secondaire un courant induit qui renforce l'aimantation du tube en acier et, par suite, accélère le mouvement de la membrane. Lorsque la membrane s'éloigne, l'action inverse se produit, de sorte que la membrane téléphonique effectue des oscillations continuelles exactement comme le fait le trembleur de Neef. Comme, avec un pareil dispositif, le circuit primaire est seulement soumis à des variations de résistance et non à des interruptions de courant, on obtient dans le circuit secon-

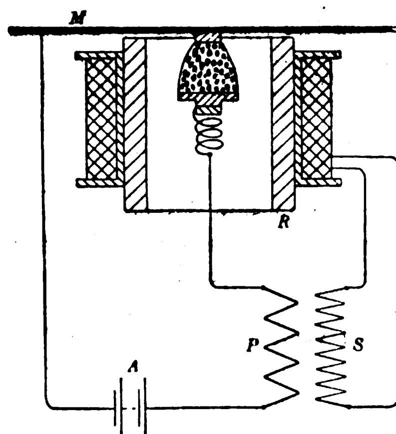


Fig. 2.

daire un courant presque sinusoïdal qui se prête fort bien aux mesures par le pont. En employant des membranes de différentes épaisseurs, on peut facilement obtenir des courants alternatifs de 300 à 1000 périodes par seconde, ayant une intensité suffisante pour effectuer les mesures.

Afin d'obtenir un courant ayant autant que possible la forme sinusoïdale, il y a avantage à intercaler dans le circuit secondaire un condensateur ayant une capacité telle que la résonance électrique coïncide avec l'oscillation propre à la membrane. Si la self-induction du circuit secondaire s'élève à L henry et le chiffre des oscillations de la membrane à n, il faut insérer un condensateur ayant une capacité dont la valeur est donnée par l'expression :

$$C = \frac{10^6}{4\pi^2\, n^2\, L} \text{ microfarads.}$$

La détermination de la fréquence du courant traversant le ronfleur s'effectue très exactement

d'après la méthode des oscillations, en comparant le son émis par le ronfleur avec des diapasons normaux (1). Mais pour l'application dont il s'agit ici, on obtient des résultats suffisamment exacts en déterminant la fréquence

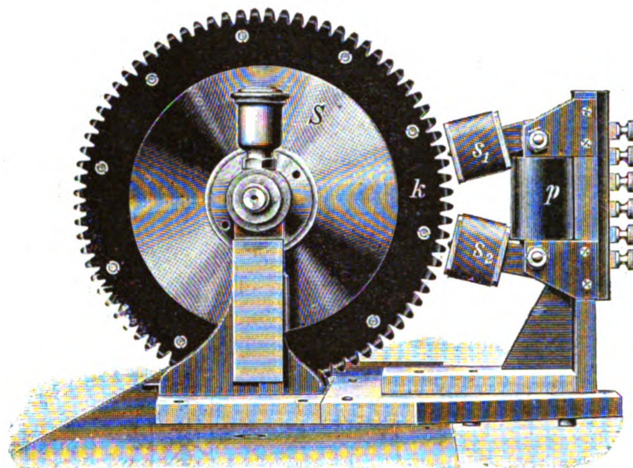


Fig. 3.

au moyen de la mesure des nœuds des ondes sonores que produit, dans un tube en verre, un téléphone excité par le courant du ronfleur (2).

Comme on vient de le voir, le dispositif qui vient d'être décrit produit des courants alternatifs d'une fréquence s'élevant jusqu'à 1000 périodes par seconde; mais, pour obtenir des fréquences plus élevées, il faut nécessairement avoir recours à des machines. Des alternateurs destinés à produire des courants sinusoïdaux d'une fréquence encore plus élevée, pour les expériences de laboratoire, ont été construits par von Kries (3), M. Franke (4) et M. Wien (5). L'alternateur qui va être décrit tient le milieu entre la construction de Franke et celle de Wien. Il réunit certains avantages de ces deux modèles, et présente certaines particularités spéciales au point de vue du but à atteindre.

L'organe essentiel de cet alternateur (fig. 3) est un disque de fer S d'environ 20 cm de diamètre et de 2 cm d'épaisseur, ayant la forme d'une roue dentée et se composant de plusieurs centaines de disques de tôle très mince. Les différentes plaques de tôle sont isolées les unes des autres par une mince couche de gomme laque et sont maintenues par une couronne en ébonite *k*. En regard des dents du disque et à une très petite distance, se trouvent placés les pôles d'un électro-aimant en forme de fer à cheval, dont le noyau est également feuilleté. Les pôles de cet électro-aimant se terminent en

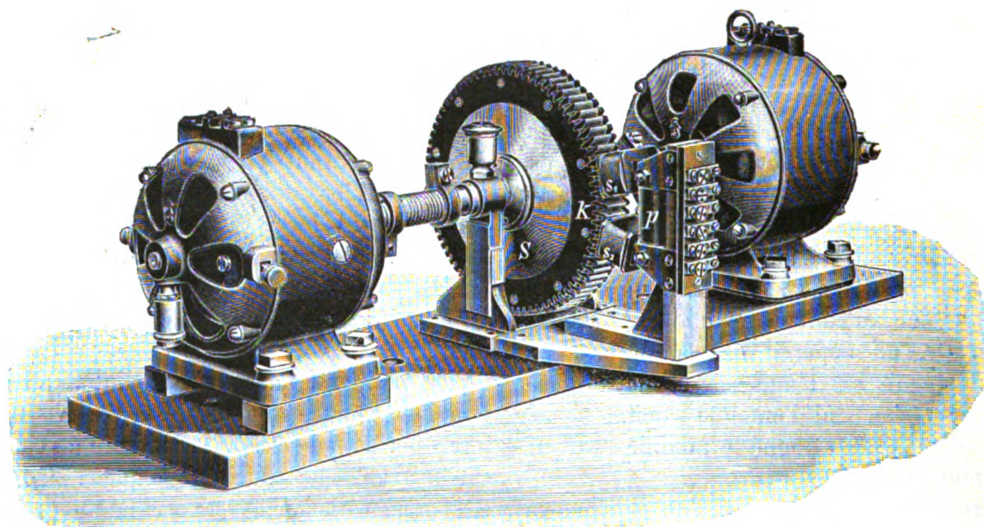


Fig. 4.

lame aiguë; il en résulte que le circuit magnétique se trouve fermé par le disque en fer aus-

(1) Voir F. Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik (*Manuel de physique pratique*), 9e édition, p. 214.

(2) K. E. F. Schmidt, Ann. d. Physik, 7, p. 225, 1902.

(3) J. v. Kries, Verhandl. d. naturf. Ges. Freiburg (*Travaux de la Société physique de Fribourg*), 8, p. 2, 1882.

(4) Ad. Franke, Electrotech. Zeitschr, 12, p. 447, 1891.

(5) M. Wien, Wied. Ann., 66, p. 871, 1898; Ann. d. Physik, 4, p. 426, 1901.

sitôt que les dents de ce dernier se trouvent en face des pôles de l'électro-aimant. Si l'électro-aimant est excité par un courant continu envoyé dans la bobine centrale p et que le disque en fer soit animé d'un mouvement de rotation rapide par le moteur en dérivation qui le commande (fig. 4, à gauche), les dents en fer, en s'approchant des pôles de l'électro-aimant et en s'en éloignant continuellement, provoquent de fortes oscillations magnétiques qui donnent naissance, dans les enroulements s_1 et s_2 (fig. 3) de l'électro-aimant, à des courants alternatifs. Comme on peut facilement disposer une centaine de dents sur la périphérie du disque, lors de chaque révolution de ce disque on obtient 100 périodes complètes. La vitesse angulaire du moteur en dérivation peut atteindre environ 4000 tours par minute, grâce à l'insertion d'une résistance dans le circuit de l'inducteur; dans ces conditions on peut obtenir des courants alternatifs ayant jusqu'à 6600 périodes par seconde. Afin d'éviter la production d'un courant alternatif dans l'enroulement p de la bobine centrale de l'électro-aimant, qui est relié à la source d'électricité, et aussi afin d'éviter l'affaiblissement du courant utile qui en serait la conséquence, on place sur le conducteur du courant continu une bobine de réactance à self-induction élevée.

Le second moteur, visible dans la partie de droite de la figure 4, est fermé par une résistance réglable; il sert à appliquer une charge constante au moteur actionnant la roue dentée, afin que les petites variations dues au frottement de l'axe dans les paliers, etc., ne puissent produire aucune variation appréciable de la vitesse angulaire du moteur principal.

Le courant alternatif produit à l'aide de ce dispositif présente néanmoins de légères oscillations, etc. dues aux vibrations inévitables qu se produisent dans le fonctionnement de la machine. Dans la plupart des mesures, ces variations insignifiantes n'entraînent aucune perturbation; on peut pourtant les éliminer d'une façon presque complète, par résonance électrique, d'après le procédé de Wien. A cet effet, on ferme le circuit de l'alternateur par l'enroulement primaire d'un transformateur et on insère en même temps, dans ce circuit, un condensateur présentant une capacité suffisante pour que les conditions de l'équation de résonance

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{CL}}$$

se trouvent réalisées, L étant la self-induction

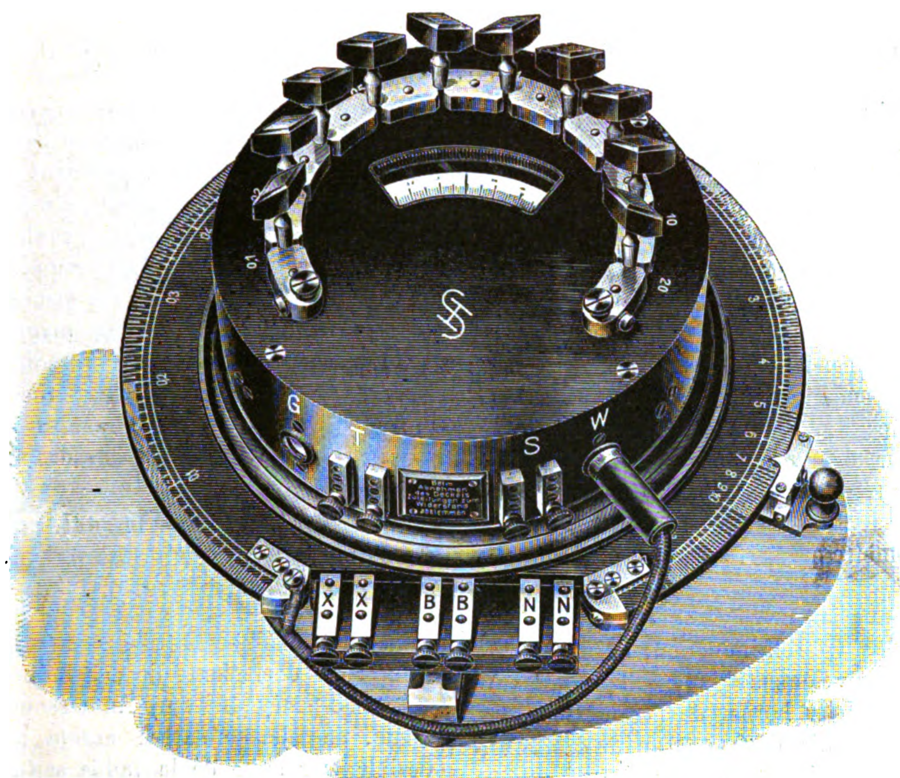


Fig. 5.

du circuit primaire et f la fréquence. Parsuite, l'intensité du courant principal se trouve extraordinairement augmentée, en sorte que les oscillations du circuit secondaire disparaissent presque complètement.

Le rendement utile de cet alternateur est d'environ 15 watts.

2. — Pont pour courant alternatif.

Le pont à courant continu combiné avec un pont à courant alternatif, utilisé pour effectuer les mesures, est représenté sur la figure 5.

En ce qui concerne la disposition du fil calibré et du contact glissant, à part quelques petits changements, on a adopté le dispositif employé pour le galvanomètre universel de Siemens et Halske, dispositif qui a fait ses preuves. Sur la périphérie de la plaque circulaire servant de socle et établie en serpentine, on a pratiqué une rainure destinée à recevoir le fil calibré. Sur ce dernier glisse un petit galet en platine porté par une pièce visible à droite de la figure. De manière à simplifier les calculs, on a divisé le fil calibré exactement suivant la proportion des longueurs de ce fil placées à gauche et à droite du contact. Sur la plaque de serpentine est disposée la boîte de résistance w; les bobines sont disposées en cercle. La boîte des résistances renferme le galvanomètre qui sert au réglage du courant continu.

On relie aux bornes X l'appareil à mesurer, en N l'étalon de self-induction, en T le téléphone, en B un élément de pile à liquide immobilisé et en S les bornes de l'alternateur. En insérant la cheville dans le trou de droite W, on met dans le circuit l'alternateur et le téléphone T; par contre, si on introduit la fiche en G, c'est le galvanomètre et la pile qui se trouvent en circuit. Pour effectuer une mesure de self-induction et de pertes, après avoir introduit la fiche en W, on obtient d'abord un équilibre approximatif avec le courant alternatif en déplaçant successivement le levier de contact et en manœuvrant les chevilles des résistances; ensuite, on introduit la fiche en G, on applique le courant continu sur le pont et, en modifiant de nouveau les résistances, on obtient l'équilibre du galvanomètre. La valeur des résistances supprimées en dernier lieu donne celle des pertes sus-mentionnées $R'—R$. La lecture sur le fil calibré, multipliée par la valeur de l'étalon, donne la valeur de la self-induction de l'appareil essayé.

On obtient, de plus, en même temps, les valeurs respectives R' et R de la résistance avec le courant alternatif et avec le courant continu.

3. — Etalons de self-induction.

C'est à M. Wien que revient le mérite d'avoir introduit le premier, dans la technique des mesures, des bobines représentant les unités de self-induction. Les étalons construits par W. Siedentopf de Würsburg, répondent parfaitement au but cherché.

Pourtant, avec les courants alternatifs de fréquence supérieure à 1500 périodes, on constate une légère influence de la fréquence sur la valeur de la self-induction. Ainsi que l'ont démontré les expériences faites avec le pont décrit plus haut, cette influence est due aux courants de Foucault, qui prennent naissance dans les vis de l'électro-aimant, ainsi que dans le fil de cuivre employé pour l'enroulement. On évite ces inconvénients en remplaçant les grandes vis par des petites vis disposées suffisamment en dehors du champ magnétique de la bobine et, de plus, en utilisant, pour l'enroulement, non pas un fil de cuivre massif, mais un toron formé d'un grand nombre de fils de cuivre très fins et isolés les uns des autres (1).

4. — Appareil pour la détermination de très faibles coefficients de self-induction.

Avec le pont qui vient d'être décrit, on peut mesurer des coefficients de self-induction jusqu'à 0,003 henry (10^6 cm). Au-dessous de cette valeur, une détermination exacte n'est plus possible, par suite de la faible self-induction que présentent les conducteurs et les résistances. Pour les très faibles coefficients de self-induction inférieurs à 0,003 henry, il y a lieu de faire usage du pont que représente la figure 6. Afin d'éviter les erreurs résultant de l'induction mutuelle, on tend le fil calibré en ligne droite et on lui donne une longueur de 1 décimètre; on remplace la série des résistances par un fil en manganin w de 2 cm de longueur sur lequel on peut déplacer un contact glissant, en employant la poignée g pour lui donner sa position approximative et la vis M pour lui donner sa position précise.

(1) Avec des fréquences au-dessous de 1000, l'augmentation de résistance due aux courants de Foucault sur les fils en cuivre massif de 0,005 mm de diamètre est déjà importante; aussi on ne peut obtenir des chiffres absolument exacts *qu'avec* des étalons qui ont leur enroulement en fils fins câblés.

La bobine qu'il s'agit de mesurer est reliée aux bornes k_1 et k_3. Le téléphone s'intercale en W, entre le contact du pont et le contact glissant.

Par suite de l'influence prépondérante de la résistance, la première position du contact sur le fil calibré a lieu non pas dans le voisinage du minimum de self-induction, ainsi que c'est le cas pour les self-inductions assez fortes, mais bien dans le voisinage du minimum de résistance; comme, d'autre part, on ne sait pas si le minimum de self-induction se trouve à droite ou à gauche de la position du contact, la détermination précise du minimum ne s'obtient qu'après de longs tâtonnements. On évite cette difficulté en rendant variable, lui aussi, l'étalon de self-induction, afin de pouvoir obtenir séparément le minimum de self-induction et l'amener ainsi à coïncider avec le minimum de résistance. A cet effet, on utilise la self-induction variable qui se trouve en N. On modifie la self-induction en enfonçant plus ou moins profondément dans la bobine N un noyau K formé d'une masse en fer exempte de courants de Foucault. Chaque position donnée au noyau en fer peut se lire sur une division. Pour effectuer une mesure, on recherche d'abord le minimum en déplaçant successivement le contact du pont, le contact de résistance et la self-induction variable. De cette manière, on peut exécuter en quelques minutes la mesure même de la plus faible self-induction. Ce dernier appareil permet de déterminer des coefficients de self-induction s'abaissant jusqu'à 10^{-7} henry (10^2 cm) avec une exactitude de 1 à 2 0/0. On peut également déterminer ainsi, avec une exactitude suffisante, la self-induction de quelques enroulements d'un gros fil de cuivre. Ce dispositif constitue donc un moyen auxiliaire commode pour les recherches effectuées avec de rapides oscillations électriques.

En terminant, il y a lieu de faire remarquer que les appareils qui viennent d'être décrits permettent d'obtenir la mesure des coefficients d'induction mutuelle et la détermination absolue de la self-induction d'après les méthodes de Wien. Toutefois, ces méthodes ont une importance pratique plus restreinte, aujourd'hui que le Bureau physico-technique de l'empire d'Allemagne se charge de vérifier les étalons de self-induction.

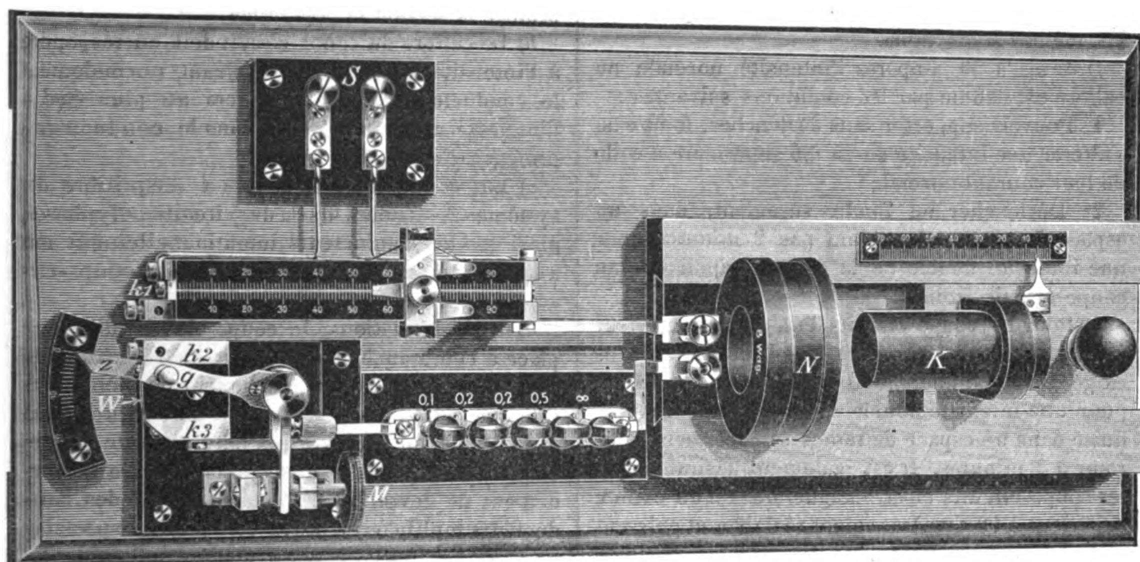


Fig. 6.

INSTRUCTIONS
SUR LE MONTAGE
DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES
JUSQU'A 600 VOLTS

(Suite et fin) (1).

COUPE-CIRCUITS

§ 26.

Spécification.

a) On distingue les coupe-circuits électromagnétiques et les coupe-circuits à fusibles.

(1) Voir l'*Électricien* du 9 juillet, p. 25; n° du 16 juillet 1904, p. 41.

b) Les coupe-circuits doivent être construits de telle façon que lors du déclenchement ou de la fusion il ne puisse se produire d'arc durable, de projection de métal ou d'explosion, même dans le cas d'un court-circuit.

c) Lorsqu'on se sert de fusibles en métal mou, leurs extrémités doivent être munies de pièces de contact en métal dur, pour éviter l'écrasement.

d) Les couvercles métalliques sont interdits; par exception ils pourront être tolérés pour les bouchons du genre Edison quand le fusible sera noyé dans un bourrage suffisant.

e) La tension limite d'emploi doit être indiquée sur la partie fixe ou support. L'intensité normale ou calibre sera indiquée sur la partie mobile (bouchon ou fiche) autant que possible à l'extérieur Les coupe-circuits électromagnétiques porteront les mêmes indications.

f) Jusqu'à 50 ampères l'intensité normale ou calibre est définie par les conditions suivantes :

1° Pouvoir supporter sans déclencher, fondre ou s'altérer une intensité de 25 0/0 supérieure à celle de leur courant normal;

2° Déclencher ou fondre sûrement, dans un espace de temps n'excédant pas 2 minutes, pour une intensité double de la normale appliquée au coupe-circuit froid.

g) Pour les coupe-circuits d'un calibre supérieur à 50 ampères, la première condition n'est plus exigée, et il est en général désirable que la fusion pour une intensité double de la normale se produise dans un espace de temps sensiblement inférieur à 2 minutes. Il est également désirable que les coupe-circuits électromagnétiques d'un calibre supérieur à 50 ampères soient réglables et puissent être réglés pour déclencher à une intensité inférieure au double de la normale.

h) Au moins jusqu'à 20 ampères les coupe-circuits doivent être construits de manière à empêcher l'emploi erroné de fusibles trop forts (il n'y a aucun inconvénient à ce que l'emploi d'un fusible plus faible soit possible, cela peut même être désirable dans certains cas).

i) Il est recommandé pour les coupe-circuits jusqu'à 20 ampères de ne faire usage que des calibres suivants ;

1 — 3 — 5 — 7,5 — 10 — 15 et 20 ampères.

j) Pour les coupe-circuits fusibles (jusqu'à 20 ampères) il est recommandable :

1° Qu'il n'y ait aucune pièce métallique sous tension susceptible d'être touchée soit extérieurement, soit pendant le remplacement de la partie mobile (bouchon, cartouche ou fiche);

2° Que le remplacement de la partie mobile par une autre pièce métallique soit rendu aussi difficile que possible;

3° Que la partie mobile (bouchon ou cartouche) elle-même soit en une seule pièce sans partie métallique apparente (couvercle);

4° Que le remplacement du fusible dans la partie mobile ne puisse être fait que par des personnes compétentes;

5° Qu'il soit possible de contrôler facilement à première vue si le coupe-circuit a fonctionné;

6° Qu'au-dessus de 250 volts les coupe-circuits soient construits de telle façon que les parties mobiles destinées à des tensions inférieures ne puissent s'y adapter.

§ 27.

Conditions d'emploi.

a) On devra placer des coupe-circuits sur chaque conducteur partant d'un tableau ainsi qu'en chaque point des conducteurs où la section varie, à moins que le coupe-circuit en tête de ligne ne protège la section la plus faible.

b) Le calibre du coupe-circuit doit correspondre à l'intensité du courant traversant normalement le conducteur considéré; il sera au plus égal à l'intensité maximum tolérée dans le conducteur à protéger. (Voir § 8.)

c) Les conducteurs neutres ou d'équilibre des systèmes à plusieurs fils ou des circuits polyphasés, ainsi que les conducteurs intentionnellement mis à la terre, ne doivent pas comporter de coupe-circuits.

d) Aux dérivations, le coupe-circuit doit être placé à l'embranchement même, ou raccordé à la ligne principale par un conducteur de même section que cette ligne Dans le cas où cela ne serait pas possible on ne devra pas faire usage de coupe-circuits multipolaires sur socle commun, le raccordement ne devra pas être constitué par des conducteurs multiples et devra être protégé spécialement en l'écartant de toute matière inflammable.

e) Les coupe-circuits doivent être autant que possible centralisés et placés dans des endroits facilement accessibles. Leur emplacement sera toujours choisi de manière que la fusion ne puisse déterminer aucun accident.

f) Plusieurs dérivations peuvent avoir un coupe-circuit commun ne dépassant pas 5 ampères jusqu'à 150 volts et 3 ampères au-dessus de 150 volts. Si les dérivations comprennent des fils souples raccordant des appareils transportables, et que ces derniers n'aient pas un coupe-circuit spécial, le coupe-circuit commun ne pourra être que de 3 ampères jusqu'à 150 volts et de 1 ampère au-dessus.

INTERRUPTEURS

§ 28.

Spécification.

a) Les interrupteurs et commutateurs doivent être construits de telle manière qu'ils ne puissent être que complètement fermés ou ouverts sans pouvoir stationner dans une position intermédiaire. On doit pouvoir se rendre compte facilement si un interrupteur est ouvert ou fermé.

b) Tous les contacts doivent être à frottement. Les poignées et les couvercles métalliques sont interdits.

c) L'intensité normale et la tension limite doivent être indiquées sur l'appareil.

§ 29.

Conditions d'emploi.

a) Tout embranchement principal doit être pourvu d'interrupteurs, autant que possible sur chaque pôle, qu'il y ait ou non des interrupteurs spéciaux pour les différents locaux.

b) Si le fil neutre ou d'équilibre d'un réseau comporte un interrupteur, il doit être solidaire de celui des pôles extrêmes.

c) Lorsque la *tension dépasse 200 volts alternatifs ou 400 volts continus*, ainsi que dans les *locaux très humides* quelle que soit la tension, des interrupteurs sur tous les pôles, c'est-à-dire coupant toute communication avec le réseau, sont indispensables aux embranchements principaux ainsi qu'aux appareils récepteurs consommant 1 kilowatt et plus.

d) L'emploi d'interrupteurs et de commutateurs n'est toléré dans les locaux renfermant des poussières et duvets facilement inflammables ou des gaz explosibles, que si ces appareils sont d'un modèle spécial ou spécialement protégés en vue de leur mode d'emploi.

PRISES DE COURANT

§ 30.

a) Il est bon de faire précéder chaque prise de courant d'un interrupteur; ce dernier ne doit pas manquer lorsque la tension dans la prise de courant dépasse 250 volts ou que celle-ci sert à dériver une puissance supérieure à 300 watts. Cet interrupteur sera autant que possible à enclenchement avec la fiche.

b) Il est recommandable de n'utiliser que des systèmes de prises de courant évitant toute traction sur les conducteurs.

LIMITATEURS DE TENSION

§ 31.

a) Les limitateurs de tension sont des appareils destinés à rendre inoffensifs le passage accidentel de la haute tension sur des réseaux à basse tension.

b) Ils devront pouvoir supporter sans fonctionner une tension de 25 0/0 supérieure à la normale et fonctionner sûrement à 500 volts pour toutes les tensions inférieures à 250 volts et au double de la normale pour les tensions supérieures.

c) On devra munir de limitateurs de tension tous les réseaux dont une partie (machines, transformateurs, tableaux ou lignes) sera susceptible d'entrer accidentellement en contact avec de la haute tension à moins que le réseau à basse tension n'ait déjà normalement un ou plusieurs points mis à la terre.

PARAFOUDRES

§ 32.

a) Les parafoudres devront être appropriés à la nature du courant et à la tension de la ligne à protéger. Ils devront rester efficaces après plusieurs décharges successives et ne pas donner lieu à des courts-circuits ou à des mises à la terre inopportunes.

b) L'emplacement des parafoudres est à étudier dans chaque cas; il sera bon d'en placer au moins à l'entrée et à la sortie des lignes aériennes principales avant tout autre appareil et de les faire suivre d'une self-induction.

c) Les parafoudres de conducteurs à des potentiels différents auront des lignes et des prises de terre spéciales ou bien si l'on fait usage d'une prise de terre commune les conduites à cette terre comprendront des résistances non inductives.

F. — RÉCEPTEURS

§ 33.

Lampes à incandescence et douilles.

a) Dans les douilles des lampes à incandescence les parties conduisant le courant doivent être montées sur des supports isolants, incombustibles et inaltérables à la chaleur; l'ébonite et les produits en bois comprimé ne peuvent donc pas servir.

b) Les parties conduisant le courant seront protégées contre tout contact extérieur par des enveloppes qui, ainsi que les clefs des douilles à clef, seront bien isolées des parties conductrices. Les douilles à baïonnettes doivent être cloisonnées au-dessus de 150 volts.

c) Dans les locaux où il peut se produire une explosion par inflammation de gaz, poussières ou de fibres, les lampes à incandescence doivent être munies de globes hermétiques recouvrant aussi les douilles; les lampes à incandescence à air libre (Nernst) ne peuvent y être tolérées. Dans les locaux contenant des matières inflammables, ces dernières lampes doivent être munies d'un dispositif empêchant la chute de particules incandescentes.

d) Les lampes à incandescence qui pourraient venir à toucher des matières inflammables doivent être pourvues de globes ou de treillis protecteurs, rendant impossible le contact immédiat des lampes avec ces matières. Les globes et tulipes en celluloïd ou autres matières facilement inflammables sont interdits.

e) Dans les locaux humides et mouillés on ne doit pas employer de douilles à clef. Dans les

ocaux mouillés ainsi que dans ceux où il peut se dégager des vapeurs, les douilles doivent être en porcelaine ou matière similaire non hygroscopique et les lampes et douilles recouvertes de globes hermétiques.

§ 34.

Lampes à arc.

a) Les lampes à arc ne doivent pas être employées sans être munies d'un dispositif empêchant la chute de particules incandescentes.

b) Dans tous les locaux contenant des matières facilement inflammables le globe simple n'est plus suffisant et il faut :

Soit 2 globes (arc en vase clos);

Soit 1 globe et un cendrier.

Soit un abat-jour métallique renversé (arc renversé).

c) Dans les locaux contenant des poussières ou duvets facilement inflammables, les arcs à feu nu ne peuvent être tolérés, c'est-à-dire que les arcs semi-directs ou renversés doivent être couverts.

d) Dans les locaux où des explosions par inflammation de gaz ou de poussières sont à craindre, ainsi qu'à proximité de ces locaux, l'emploi des lampes à arc est complètement interdit.

§ 35.

Appareillage.

a) Pour faire l'équipement des appareils d'éclairage (lustres), on ne devra faire usage que de fil à isolation forte ou très forte (isolation C, D, E, G, H), à moins que les appareils d'éclairage ne soient eux-mêmes isolés, auquel cas on pourra employer jusqu'à 150 volts des fils à isolation moyenne F.

b) Si les fils doivent être passés à l'intérieur des appareils, les ouvertures et les canaux destinés à les recevoir devront être suffisamment larges et dépourvus d'arêtes vives de manière à ne pas endommager l'isolant pendant le montage.

c) Lorsque les fils sont fixés extérieurement, ils doivent être attachés de manière à ne pas pouvoir se déplacer et à ne pas être détériorés par les ligatures ou par l'usage.

d) Les globes protecteurs des lampes à incandescence et à arc doivent être disposés de manière à empêcher l'entrée et l'accumulation de l'eau.

e) On ne peut tolérer l'utilisation des conducteurs pour la suspension des lampes que si le poids total de la lampe et de l'abat-jour est inférieur à 500 gr. Les points de raccordements et de ligatures ne doivent en général avoir à supporter aucune traction ni au point de suspension ni à la douille. Dans le cas d'un fil porteur ce dernier doit être plus court que les conducteurs et les décharger. Il est interdit d'employer comme fils porteurs de petits câbles en fer ou acier retordus avec les conducteurs.

f) Les lanternes des lampes à arc doivent toujours être isolées à leur point de suspension.

g) Pour des *tensions supérieures à 200 volts alternatifs et 400 volts continus* l'installation des appareils d'éclairage devra satisfaire aux conditions du § 1 *d)*, c'est-à-dire qu'ils pourront être *isolés* s'ils ne peuvent être desservis que par des personnes isolées de terre (plancher en bois). Au contraire ils devront être *à la terre* dans les autres cas et en particulier dans des locaux humides et à l'extérieur lorsqu'ils sont accessibles.

A moins d'être installés dans des locaux trè secs et très isolants, les treuils des lampes à arc devront *toujours* être *mis à la terre* au-dessus des tensions précitées.

h) On doit éviter autant que possible de faire servir les mêmes appareils au gaz et à l'électricité. Si les appareils mixtes sont inévitables, ils devront remplir les conditions suivantes :

1° La résistance d'isolement entre la masse de l'appareil et la conduite de gaz sera d'au moins 500 000 ohms.

2° Les douilles des lampes à incandescence seront elles-mêmes isolées de l'appareil.

3° Les fils seront placés de telle façon qu'ils ne puissent être endommagés par la chaleur du gaz.

§ 36.

Rhéostats et bobines de self-induction.

a) Les matériaux employés à la construction, à la protection et à la pose des rhéostats et appareils de chauffage doivent être incombustibles et inaltérables à la chaleur.

b) Les rhéostats et bobines de self-induction dont l'échauffement peut dépasser 30° C doivent être établis de manière qu'il ne puisse y avoir de contact des parties chaudes avec des matériaux inflammables; l'échauffement des parties voisines combustibles ne doit pas être supérieur à 50° C.

c) Ces appareils devront toujours être suffisamment ventilés pour éviter un échauffement anormal. Quand ces appareils seront montés contre un mur ou une cloison non incombustible ils devront toujours être écartés d'au moins 10 cm de la paroi.

d) L'emploi de rhéostats n'est toléré dans les locaux renfermant des poussières et des duvets facilement inflammables ou des gaz explosibles que si ces appareils sont d'un modèle spécial ou spécialement protégés en vue de leur mode d'emploi.

e) Les rhéostats à refroidissement d'huile devront être écartés de tous matériaux combustibles et placés de façon que, dans le cas de débordement et d'inflammation, l'huile enflammée ne puisse s'épandre.

§ 37.

Moteurs.

a) L'installation des moteurs doit remplir les conditions des paragraphes 1 et 2.

b) Ils seront en général munis d'interrupteurs sur tous les pôles, le rhéostat de démarrage pouvant faire office d'interrupteur. Si la *tension dépasse 200 volts alternatifs et 400 volts continus*, cette condition est obligatoire et doit être observée de telle façon qu'une fois le courant coupé, aucune partie du moteur ne soit plus sous tension.

c) Si les moteurs sont protégés par des coupe-circuits spéciaux, ces coupe-circuits devront se trouver après les interrupteurs à moins qu'il ne soit possible de remplacer les fusibles sans toucher à un conducteur sous tension.

G. — ISOLEMENT DE L'INSTALLATION

§ 38.

a) Toute partie d'une installation pouvant être séparée de l'ensemble par la manœuvre d'un interrupteur ou l'enlèvement d'un fusible, devra présenter, tant par rapport à la terre qu'entre deux conducteurs de polarités ou de phases différentes, une résistance d'isolement exprimée en ohms, au moins égale à

$$20\,000 \frac{E}{I},$$

E étant la tension de régime en volts, et I le courant normal en ampères circulant dans la partie considérée.

Cependant un seul récepteur ne pourra jamais compter pour plus de 20 ampères.

b) Les parties d'une installation qui se trouvent dans des locaux mouillés (brasseries, teintureries, etc.), devront au moins avoir un isolement 10 fois moindre que celui indiqué par la formule précédente.

c) Lorsqu'il s'agit d'installations neuves, il faut mesurer non seulement l'isolement des conducteurs par rapport à la terre, mais aussi l'isolement entre eux des conducteurs de potentiel différent; la mesure doit se faire : l'appareillage et les fusibles mis en place, les interrupteurs étant fermés. Dans ces conditions, les résistances d'isolement doivent satisfaire à la formule ci-dessus.

d) Les lignes aériennes devront présenter une résistance d'isolement, exprimée en ohms, au moins égale à

$$10\,000\ E$$

par kilomètre de ligne simple.

e) Toutes les mesures d'isolement doivent être effectuées de préférence à la tension de marche. Cependant la tension d'essai pourra atteindre le double de la tension sans jamais le dépasser.

H. — AFFICHES

§ 39.

a) Dans toutes les installations *industrielles* dont *la tension dépasse 200 volts alternatifs et 400 volts continus*, ainsi que dans les locaux industriels *très mouillés*, on mettra aux endroits appropriés des tableaux en caractères bien visibles, avertissant qu'il est dangereux de toucher aux conducteurs et appareils électriques.

b) De même on affichera des instructions sur le mode de traitement des personnes foudroyées par le courant électrique.

LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES

DU NEW-YORK CENTRAL

Les nouvelles locomotives électriques construites pour la New-York Central and Hudson River Railroad Company par la General Electric Company et la American Locomotive Company sont d'un type absolument nouveau.

Les moteurs sont bipolaires; leurs induits sont montées directement sur les essieux; le circuit magnétique, les pièces polaires et les noyaux des bobines d'excitation font partie intégrante du châssis de la locomotive et des ressorts qui la supportent. Les pièces polaires qui sont en fer laminé sont placées latéralement de chaque côté de l'induit de façon que l'entrefer ne soit pas modifié par suite des mouvements verticaux de la locomotive.

Le poids total des parties rotatives comprenant l'induit, les essieux et les roues est plus faible que dans les locomotives ordinaires, et l'ensemble est parfaitement équilibré autour de l'axe de rotation.

Le cahier des charges pour l'adjudication de la fourniture de ces locomotives contenait les conditions suivantes : la locomotive électrique devrait pouvoir fournir à l'essai deux parcours de une heure chacun entre la Grand Central Station et Croton, soit environ 55 kilomètres, en remorquant un train du poids total de 550 tonnes avec un arrêt dans chaque parcours et un repos n'excédant pas vingt minutes. D'autres parcours devraient être fournis sur la même ligne avec des trains plus légers dans le même temps, mais avec des arrêts plus fréquents. Enfin la même locomotive devrait pouvoir remorquer sur le même parcours un train de 435 tonnes en 44 minutes sans arrêt et effectuer ce service d'une façon continue à des intervalles ne dépassant pas une heure. Les concurrents avaient la faculté d'employer soit le courant continu, soit le courant alternatif.

Ce cahier des charges fut envoyé aux principales compagnies d'électricité des Etats-Unis, et c'est le type présenté par la General Electric Company, dont nous venons de donner quelques-unes des particularités, qui fut adopté.

La longueur totale de la nouvelle locomotive est de 10 m environ. Elle a quatre paires de roues motrices portant les quatre moteurs et deux paires

de roues sur le boggie; la longueur totale de l'empattement des roues est de 8 m environ, et l'ensemble rigide des quatre paires de roues motrices a une longueur de 4 m. Le diamètre des roues motrices est de 1,10 m et celui du train de boggie de 0.91 m. Les essieux des roues motrices ont 20 cm de diamètre. Le poids total de la locomotive sera de 86 tonnes environ; chaque roue motrice porte environ 7,7 tonnes. La locomotive pourra franchir des courbes de 70 m de rayon.

La superstructure de la locomotive sera établie symétriquement de chaque côté et d'une forme susceptible d'offrir la moindre résistance au vent; la cabine du mécanicien sera placée au centre et légèrement surélevée de façon à permettre de voir facilement la voie; cette cabine sera, d'ailleurs, complètement incombustible.

Les moteurs, au nombre de quatre, comme nous l'avons dit, seront de 550 ch chacun à courant continu sous 600 volts. La puissance totale de la locomotive sera donc de 2200 ch pouvant être poussée à 2800, soit environ de 50 0/0 supérieure aux grandes locomotives à vapeur actuelles.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, les induits de ces moteurs sont montées directement sur les essieux; le centrage de ces armatures est obtenu en réglant les paliers qui glissent sur des parties dressées faisant corps avec le châssis. L'enroulement sera du type tambour et les éléments seront soudés directement sur les segments du collecteur faits en cuivre étiré dur. Les porte-balais seront fixes.

Le circuit magnétique comprend, comme nous l'avons dit, le châssis de la locomotive; les pièces polaires sont venues de fonte avec ce châssis; elles ont une forme telle que l'armature ne puisse venir les toucher dans les mouvements verticaux du châssis et que même cet accident ne soit pas à craindre si les ressorts viennent à casser. L'enroulement d'excitation consiste en bobines métalliques superposées et boulonnées sur les pièces polaires; ces bobines sont enroulées en ruban de cuivre.

La cabine du mécanicien contient deux coupleurs placés à chaque extrémité et on utilise l'un ou l'autre, suivant le sens de marche de la locomotive.

Le système de commande à unités multiples de Sprague est employé dans cette machine, de telle sorte que l'on peut coupler ensemble deux ou trois de ces locomotives et les manœuvrer d'une seule cabine.

Les deux combinateurs de la cabine ne pourront permettre au mécanicien d'augmenter la vitesse que suivant un régime prédéterminé, tandis que le ralentissement pourra être aussi graduel qu'on le désire.

Le système de commande est établi pour une tension comprise entre 300 et 750 volts.

La locomotive est munie de tous les accessoires employés habituellement sur les machines à vapeur : un compresseur électrique fournit l'air des freins; il y a des sifflets, une cloche, un appareil électropneumatique pour le sable et des lanternes électriques à chaque extrémité L'intérieur de la cabine est chauffé électriquement.

On espère, avec des trains légers, atteindre la vitesse de 120 kilomètres à l'heure; pour les trains lourds, on attèlera deux locomotives pour obtenir la même vitesse.

A. B.

(Western Electrician)

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 27 JUIN 1904

M. G. Bigourdan communique une note ***sur la distribution de l'heure à distance au moyen de la télégraphie électrique sans fil.*** Dans cette note, l'auteur rappelle que plusieurs villes ont fait installer des appareils qui distribuent la même heure dans tous les quartiers; mais ce système, en raison des circuits qu'il est nécessaire d'établir, est coûteux et d'un usage limité. Ces inconvénients peuvent être atténués aujourd'hui par la télégraphie électrique sans fil dont l'emploi permet de simplifier considérablement l'envoi de l'heure à distance. M. Bigourdan a effectué quelques essais dans cette voie et ce sont ces essais qui font l'objet de sa note. Voici en quoi ils consistent : une horloge directrice, ouvrant un contact électrique à chaque seconde, commande un relai qui, à son tour, lance un courant dans le circuit primaire d'une bobine d'induction munie d'un oscillateur; le circuit induit de cette bobine fournit ainsi une décharge oscillante de durée très courte qui éclate régulièrement à chaque seconde. Les deux extrémités de la bobine induite sont reliées l'une à la terre, l'autre à une antenne de quelques mètres; par le moyen de cette antenne, les étincelles commandent à distance des récepteurs d'ondes électriques et ces récepteurs battent ainsi, à un intervalle constant près, chaque seconde de la pendule directrice. L'auteur a essayé deux récepteurs différents; le plus simple est un radiotéléphone, du système Popoff-Ducretet et on y entend très nettement chaque seconde battue par la pendule directrice; le second récepteur est inscripteur et se compose d'un poste récepteur ordinaire de télégraphie sans fil Pour obtenir avec ce dernier des signaux plus nets, le récepteur Morse a été remplacé par un chronographe à bande et à plume; avec ce chronographe, qui débite environ 1 cm de bande par seconde, les signaux obtenus sont bien nets et l'heure de chacun d'eux peut être relevée à $\frac{2}{100}$ ou $\frac{3}{100}$ de seconde près. M. Bigourdan a obtenu une très bonne transmission dans une station éloignée de 2 km et certainement on aurait pu atteindre une distance notablement plus grande s'il avait été facile d'y installer des appareils de réception. Il paraît hors de doute qu'avec des moyens peu coûteux on pourrait ainsi distribuer l'heure dans tous les points de Paris et même de la banlieue. Pour numéroter les minutes et les secondes, on conviendrait de commencer les émissions

à la seconde zéro de telle minute et de faire des interruptions, par exemple de 10 en 10 secondes. D'ailleurs, pour la minute, il ne saurait y avoir d'erreur, car lorsqu'on a besoin de l'heure exacte, on dispose généralement de garde-temps qui ne laissent aucune incertitude de plus de quelques secondes.

M. Blondlot communique une note intitulée : *Action des forces magnétique et électrique sur l'émission pesante; entraînement de cette émission par l'air en mouvement.*

M. Augustin Coret demande l'ouverture d'un pli cacheté qu'il a déposé le 13 août 1894 et dont le dépôt a été accepté. Ce pli inscrit sous le n° 5039, est ouvert en séance par le président. Il renferme une note, accompagnée d'un dessin, sur un instrument de mesures électriques pour courants continus et pour courants alternatifs. (Renvoi à l'examen de M. Lippmann.)

M. Lippmann présente une note de M. E. Bouty, intitulée : *Cohésion diélectrique de la vapeur saturée de mercure et de ses mélanges.*

M. J. Violle présente une note de MM. A. Cotton et H. Mouton sur le *transport dans le courant des particules ultra-microscopiques.*

SÉANCE DU 4 JUILLET 1904

M. J. Violle présente une note de M. P. Villard *sur les rayons cathodiques* en réponse à la note de M. Pellat.

BIBLIOGRAPHIE

Les accumulateurs électriques, *théorie et technique, descriptions, applications,* par L. Jumau, ingénieur-électricien. — 1 vol. format 16 × 24 de XVIII-926 pages avec 594 fig. Vᵉ Ch. Dunod, éditeur, Paris 1904. (Prix, broché : 27 fr. 50; cartonné, 29 fr.).

Bien que la question des accumulateurs soit plus que jamais à l'ordre du jour, bien que beaucoup les emploient et que peu les connaissent, qu'un nombre considérable d'ingénieurs, d'industriels, d'inventeurs s'y intéressent de plus en plus, nous n'avions pas encore d'ouvrage traitant et développant le sujet avec l'importance, non seulement qu'il mérite, mais même qu'il nécessite.

C'est à peine croyable, en France, nous ne possédions jusqu'ici que quelques petits volumes consacrés aux accumulateurs. Peu ou point de théorie, des descriptions sans grand intérêt relatives aux types les plus employés, enfin quelques brefs conseils sur l'art de soigner les batteries. Telle pouvait se résumer notre littérature sur les piles réversibles.

Avec d'aussi restreintes données, on conçoit difficilement comment les inventeurs ont pu être guidés dans leurs recherches et l'on se demande comment tant de types d'accumulateurs ont pu être créés.

Si l'on veut être sincère, il faut avouer que nombre de travaux ont été stériles et que la plupart des accumulateurs qui ont vu le jour ont été abandonnés, étant le résultat d'inventions mal conçues ou même souvent de simples élucubrations.

A l'étranger, en Allemagne principalement, la littérature technique des accumulateurs est plus riche que la nôtre; elle est encore cependant incomplète et c'est vraisemblablement ce qui a dû éloigner les traducteurs.

Pour écrire sur les accumulateurs un ouvrage comme celui que nous présentons aujourd'hui, il faut réunir des conditions si diverses que cela suffit à expliquer l'abstention si caractéristique des auteurs.

M. Jumau a eu la bonne fortune d'être mieux placé que quiconque pour réunir ces conditions. En de longues années, il a patiemment amassé les matériaux de son livre, beaucoup étant, il faut le dire, le fruit de travaux personnels et inédits.

Sans nous lancer dans des louanges, si méritées cependant, nous sommes persuadé que chacun trouvera que son œuvre est traitée avec autant de compétence que de sincérité.

Comme l'indique son titre, l'ouvrage est divisé en trois parties, traitant respectivement de la théorie et de la technique des accumulateurs, de leur description et de leurs applications.

L'accumulateur au plomb, presque exclusivement seul employé, occupe naturellement une place prépondérante dans ce volume. Cependant, tous les autres types, essayés ou proposés, ont été passés en revue d'une façon très détaillée.

La première partie comprend quatorze chapitres.

Après un début historique sur les accumulateurs, l'auteur rappelle les notions générales d'électrolyse avec la théorie de la dissociation électrolytique d'Arrhénius, les effets de la pression osmotique, etc. Le chapitre III fait connaître les nombreuses théories exclusivement chimiques de l'accumulateur au plomb. Ces théories, bien qu'expliquant en grande partie les phénomènes complexes auxquels donnent lieu la charge et la décharge des accumulateurs au plomb, demeurent insuffisantes.

Exposant dans le chapitre suivant l'étude thermodynamique du même couple au plomb, l'auteur y discute les diverses théories proposées. Il examine ensuite les rapports existant entre l'accumulateur au plomb et la théorie toute moderne des ions.

Avec le chapitre VI commence l'étude expérimentale de l'accumulateur : mesure des tensions, emploi des électrodes supplémentaires pour la mesure des différences de potentiel, variation de la force électromotrice avec la concentration de l'électrolyte, avec la pression extérieure, etc. Les méthodes de mesure de la résistance intérieure des accumulateurs font l'objet du chapitre VII, tandis que les trois chapitres qui suivent s'occupent de la différence de potentiel utile pendant les divers états de charge et de décharge, de la capacité et des causes de sa variation, de la durée des plaques et des nombreuses circonstances qui l'influencent.

Pour en terminer avec la partie théorique de l'accumulateur au plomb, l'auteur entre ensuite dans de nombreuses considérations sur les actions locales, sur les rendements en quantité et en énergie et sur la formation des éléments.

Les actions locales, qu'elles soient d'ordre chimique, électrochimique ou dues à des impuretés, sont toutes nuisibles et en partie inévitables. On n'en tient pas assez compte le plus souvent, et l'on doit savoir gré à M. Juman d'avoir si complètement et si clairement présenté une question d'une telle importance.

Le dernier chapitre de la première partie est réservé à l'étude de tous les couples réversibles autres que la combinaison peroxyde de plomb (acide sulfurique),

plomb, couples susceptibles de constituer un accumulateur électrique.

A côté des éléments à électrolyte alcalin dont les types les plus connus sont ceux de Commelin-Desmasures et d'Edison, on en trouve beaucoup d'autres, généralement peu répandus et non entrés dans la pratique.

M. Jumau expose les qualités et les inconvénients théoriques et pratiques de ces divers types et montre s'il est possible d'espérer trouver un accumulateur supérieur à celui au plomb.

Les inventeurs trouveront là tout un programme de recherches.

Dans les six chapitres de la seconde partie sont successivement décrits les procédés généraux de fabrication, de construction et d'empâtage des plaques de l'accumulateur au plomb; le montage des plaques dans les récipients ou bacs et leurs connexions.

La monographie des accumulateurs au plomb fait l'objet du cinquième chapitre; bien que la liste en soit longue et que cette monographie ait exigé près de 180 pages, elle n'est pas fastidieuse, l'auteur ayant eu soin de ne pas se répéter et de faire ressortir les particularités intéressantes de chaque système, français ou étranger. La monographie des accumulateurs autres que l'élément au plomb est reportée au chapitre suivant; elle est limitée à la description de huit systèmes, ce qui montre combien le couple au plomb est resté le plus universellement employé.

La troisième partie, réservée aux applications, comprend près de deux cents pages réparties en onze chapitres. Pour ne pas abuser de la place qui nous est offerte, nous nous contenterons de les signaler. — Batteries à poste fixe dits stationnaires, installations avec ces batteries. Batteries-tampon. Batteries transportables pour traction de tramway, de chemin de fer, d'automobiles, de bateaux, d'aérostats. Eclairage électrique des véhicules. Emploi des accumulateurs pour l'inflammation des moteurs à explosions. Applications diverses des petits accumulateurs.

Tous ces chapitres seraient à analyser en détail. M. Jumau y traite du calcul des batteries, du choix et de la grandeur des éléments dans chaque cas et donne toutes les indications nécessaires pour guider l'ingénieur, tant au point de vue technique qu'aux points de vue des dépenses d'établissement et d'entretien.

Toutes ces questions sont fort complexes et exigent, pour être judicieusement traitées, des connaissances que peu de personnes possèdent à fond.

L'auteur nous fait ici particulièrement profiter de toute son expérience personnelle; il fournit des renseignements dont beaucoup sont inédits et susceptibles d'éviter à ceux qui emploient les accumulateurs des déceptions presque toujours fort coûteuses.

C'est ainsi que dans chaque cas on trouvera l'indication des qualités à exiger des éléments, ainsi que les prescriptions relatives au montage, à la conduite et à l'entretien des batteries. Des exemples d'installation et des résultats obtenus en exploitation courante ajoutent encore au caractère pratique de cet ensemble de documents.

En résumé, l'ouvrage de M. Jumau rendra les plus grands services et sera sûrement très favorablement accueilli, auteur et éditeur ont tout fait pour que l'œuvre soit parfaite.

M. ALIAMET.

CHRONIQUE

Indicateur électrique de minerais.

On parle beaucoup à Londres en ce moment de l'appareil indicateur de minerais Daft-Williams et récemment, une démonstration du procédé employé en a été donnée par le professeur Silvanus P. Thompson à des journalistes. Le professeur Thompson a personnellement étudié la question, l'appareil et ses avantages dans les montagnes du pays de Galles et il a exprimé la croyance que le système Daft-Williams peut rendre des services considérables en indiquant la direction de filons connus et permettre de réaliser des économies énormes dans le travail de prospection et de fouilles. On doit se rappeler qu'il y a un an environ, une expérience d'après ce procédé avait été effectuée sur une grande échelle en présence d'un grand nombre de rédacteurs de revues techniques et de journalistes dans le pays de Galles.

En quelques mots, cette invention comporte l'emploi d'une bobine d'induction et d'une transmission par la terre de courants électriques; la distribution des ondes transmises est analysée à l'aide d'un récepteur téléphonique dont les bornes communiquent à deux électrodes qui sont enfoncées dans la terre à une distance convenable l'une de l'autre. La variation dans l'intensité des sons entendus dans le récepteur dépend de la conductibilité des couches interposées et se trouve grandement influencée par la présence de filons métalliques dont la conductibilité diffère essentiellement de celle du sol environnant. On en déduit la direction, la profondeur, les caractères enfin de la veine ou du filon. Une récente démonstration du système a été donnée par la compagnie Electrical Ore-Finding qui exploite cette invention. — A. H. B.

Le service des compteurs électriques en Angleterre.

Dans les petites stations d'éclairage électrique en Angleterre, il est ordinairement admis que l'ingénieur chargé des canalisations s'occupe de l'installation et de la vérification des compteurs, mais lorsque le réseau est suffisamment étendu on trouve plus convenable d'en faire un service à part. Dans le but d'être utile à ceux auxquels ce devoir incombe, M. A. Cridge vient de présenter une étude au congrès annuel de l'Association municipale électrique de Derby, et dans cette étude il décrit les méthodes et la plupart des appareils en usage dans le service généralement habituel des compteurs. Il divise son sujet en quatre parties principales :

1° Les compteurs au point de vue général;
2° Les appareils de vérification et d'essai;
3° Les installations des abonnés;
4° Le côté commercial de l'installation.

Ces quatre parties sont chacune subdivisées en un certain nombre de sections. L'auteur donne d'abord la description du système de fonctionnement interdépartemental en usage à Sheffield et dans quelques autres villes. Le personnel du service des compteurs de Sheffield se compose de quatorze personnes : Un inspecteur général des compteurs, un inspecteur vérifica-

teur et un aide, un commis principal, deux commis et un aide, un inspecteur pour l'extérieur, un vérificateur, quatre inspecteurs adjoints et un aide. Le mode administratif d'opérer est le suivant. Le consommateur écrit sur un livre à souche une déclaration de compteur, un commis inscrit les autres caractéristiques. Ce feuillet est envoyé au service des compteurs où l'on inscrit le voltage, le nombre des lignes desservies, etc. Puis ce feuillet revient au bureau de départ; en même temps une autre feuille semblable est adressée au service général des canalisations pour l'aviser de préparer la pose. Un troisième feuillet est adressé de ce service général à la section spéciale correspondante pour ordonner le branchement de distribution; lorsque celle-ci est faite l'avis est envoyé au service des compteurs et l'appareil peut être posé. Puis la vérification s'effectue et note en est prise. Ce système, qui n'oblige pas l'abonné à diverses démarches, fonctionne avec satisfaction à Sheffield depuis plus de quatre ans. — A.-H. B.

-∞-

Affinage de l'or par l'électrolyse.

L'*Elettricista* signale la mise en service, dans l'Hôtel de la Monnaie de Philadelphie, d'une installation électrique permettant de faire servir l'électrolyse à l'affinage de l'or, d'après une méthode imaginée par M. Wohlwill. Cette dernière méthode semble être la plus parfaite, jusqu'ici réalisée, pour affiner l'or, car elle permet d'obtenir jusqu'à 99,98 0/0 du métal précieux pur.

L'installation dont il s'agit comporte une dynamo donnant un courant de 600 ampères sous 6 volts. On peut régler cette dynamo en agissant sur le champ de l'excitatrice, de manière que l'intensité du courant varie entre 100 et 600 ampères. Le bain, contenu dans des récipients de dimensions suffisantes, est formé d'une solution de trichlorure d'or, qui contient 30 gr d'or par litre. Pour chaque bain on a 12 anodes non complètement plongées jusqu'au fond, et 13 cathodes formées de feuillets d'or très minces. Les électrodes sont distantes l'une de l'autre de 1,5 pouce.

On utilise actuellement, à Philadelphie, 7 de ces récipients qui, grâce à des tubes convenables réchauffés à la vapeur, sont maintenus à une température variant entre 50° et 55°. Les sept éléments sont disposés en série, avec les différentes plaques en parallèle. Ces plaques livrent passage à un courant de 100 ampères sous la tension de 4,5 à 5 volts, selon la température et la concentration du bain. La dissolution uniforme des anodes et le dépôt de la mince couche d'or se produisent seulement lorsque l'électrolyte circule dans le récipient. L'affinage de l'or d'après ce procédé revient à un prix relativement bas, et cela en raison du peu d'énergie qu'exige l'opération et de la minime surveillance qu'il y a lieu d'exercer. L'acide employé pour les bains coûte 1 fr par 1000 onces. L'installation actuellement en service peut donner 50 000 onces d'or raffiné par semaine.

Le procédé Wohlwill présente encore d'autres avantages : il permet notamment de recueillir sans peine les autres métaux précieux qui toujours accompagnent l'or brut. C'est ainsi, par exemple, qu'il permet de recueillir le platine, lequel est perdu avec les autres procédés. En effet, ce dernier métal se dissout en même temps que l'or, mais sans se déposer sur la cathode. Par suite, quand on juge le bain suffisamment riche en platine dissous, on précipite l'or au moyen d'une solution d'acide sulfureux, puis on sépare le platine sous forme de chloroplatinate d'ammoniaque.

Quant à l'argent qui peut se rencontrer dans l'anode, il faut remarquer que, là où ce métal existe en de petites quantités, il n'entrave pas l'opération, car il tombe au fond du bain sous forme de chlorure d'argent; mais si l'anode contient plus de 5 0/0 d'argent, ce métal se dépose sur les électrodes, et alors il faut l'enlever de temps à autre au moyen d'une râclette.

Les choses se passent de même avec le cuivre mélangé à l'or brut. Quand il existe en petites quantités, il se dissout dans le bain; mais si le métal à affiner contient une forte proportion de cuivre, il faut renouveler fréquemment l'électrolyte. Ce renouvellement occasionne alors une dépense importante qui rend moins avantageux le procédé électrolytique en question.

G.

-∞-

Chemins de fer électriques à courant triphasé.

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* signale deux chemins de fer électriques, actuellement en construction, qui doivent utiliser du courant triphasé. L'une de ces lignes se rencontre dans la région nord du pays de Galles (Angleterre). L'usine centrale, d'environ 2000 ch, est édifiée à proximité du lac Glaslyn et dans le voisinage d'une chute de 320 m; elle recueille l'énergie hydraulique des cours d'eau descendant des monts Snowdon. Cette usine doit recevoir provisoirement quatre génératrices, chacune de 1500 ch, donnant du courant sous 10 000 volts et actionnées par des turbines. On se propose de n'introduire d'abord la traction électrique que sur la ligne à vapeur, de 40 km de longueur, qui relie entre elles les villes de Port Madoc et de Carnarvon; mais on portera ultérieurement le développement du réseau électrique à 100 km, en transformant d'autres lignes à vapeur déjà existantes et en établissant de nouvelles communications. L'écartement des rails, entre Port Madoc et Carnarvon, est de 60 cm. Le service doit être assuré par dix locomotives électriques, chacune de 200 ch, marchant à une allure de 30 km à l'heure. Le long de la voie on a établi douze transformateurs qui abaissent la tension du courant à 600 volts. La canalisation consiste en deux fils aériens de transmission; les rails forment le troisième conducteur.

Le second chemin de fer à courant triphasé se rencontre au Canada. Il doit relier London à Port Stanley, soit une distance de 38 km. A London, on édifie actuellement une usine centrale d'une puissance de 10 000 ch qui fournira du courant alternatif, sous 10 000 volts et à 25 périodes, à des transformateurs installés le long de la voie. Ces transformateurs sont construits pour abaisser la tension à 1000 volts. La ligne présente des rampes s'élevant jusqu'à 50 0/00, avec un écartement normal des rails. Chaque voiture automotrice porte deux moteurs, chacun de 125 ch, qui donnent une vitesse de 32 km par heure avec un montage en parallèle et une vitesse de 16 km avec un montage en cascade. Ce dernier réseau recevra, avec le temps, un développement de 240 km.

Les deux installations ci-dessus sont construites par les soins de la Cie Bruce Peebles, laquelle exploite les brevets de la maison Ganz de Budapest. — G.

-∞-

Le condenseur de calorique Druitt-Halpin.

On sait que les usines électriques se trouvent fréquemment dans la nécessité d'augmenter leur outillage en machines et en chaudières, bien que l'accroissement des besoins de l'alimentation ne se manifeste que durant quelques heures par jour. De là, un surcroît des dépenses de premier établissement qu'il est difficile de compenser par les recettes. A ce propos, l'*Elektrotechnische Zeitschrift* signale un système qui fait donner aux chaudières existantes dans une usine centrale un rendement beaucoup plus considérable que celui jusqu'ici réalisé. Ce système, imaginé depuis plusieurs années par M. Druitt Halpin, a été tout récemment introduit, par la compagnie « Thermal Storage » de Londres, dans plusieurs installations électriques où il a permis d'obtenir des résultats extrêmement avantageux. La Revue allemande fournit, au sujet du système en question, les détails ci-après :

« Le système Druitt-Halpin a pour objet d'emmagasiner du calorique dans des réservoirs d'eau spéciaux, au moment où la charge demandée à l'usine centrale est faible. Comme on le sait, la charge quotidienne atteint presque toujours très rapidement son maximum sur les réseaux électriques; ce maximum dure deux à trois heures et disparaît ensuite tout aussi vite qu'il s'est produit. C'est seulement pendant ces deux ou trois heures que les machines et les chaudières ont leur rendement complètement utilisé; durant le reste de la journée, elles doivent travailler au-dessous de leur puissance normale. Or, M. Druitt-Halpin donne aux chaudières un dispositif grâce auquel, lorsque l'utilisation de la vapeur atteint son minimum, l'eau emmagasinée dans certains réservoirs correspondants est portée à la température de la chaudière par de la vapeur vive empruntée à cette chaudière. L'eau ainsi échauffée, lorsque les besoins en vapeur augmentent, s'emploie à l'alimentation de la chaudière et, ainsi que les essais l'ont démontré, elle permet d'élever sans inconvénient la production de vapeur jusqu'au triple même de la quantité normale. »

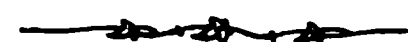
L'*Elektrotechnische Zeitschrift* signale ensuite des expériences, faites dans une usine anglaise, qui permettent de se rendre compte du fonctionnement du système. « Dans les premiers mois de l'année courante, on avait à élever le rendement de la station centrale de Woodlane (Angleterre) d'environ 1000 kilowatts, et on résolut d'augmenter, à cette fin, la production de vapeur des chaudières d'après la méthode Druitt-Halpin. Les chaudières tubulaires Babcock et Wilcox de cette usine, construites chacune pour une surcharge de 15,5 atmosphères et une puissance de vaporisation de 5 400 kg d'eau à l'heure, ont chacune deux sections supérieures mesurant 1,2 m de diamètre et 7,2 m de longeur. Sur chaque section supérieure on a placé, horizontalement, un réservoir d'eau de 6,6 m de longueur et 1,6 m de diamètre. Ce réservoir, cylindrique et fermé de tous côtés, communique avec la section supérieure correspondante de la chaudière par un tube vertical de 250 mm de diamètre, tube qui permet à l'eau du réservoir d'entrer en contact avec la vapeur et de prendre la température de cette dernière. Pendant les heures où la charge est minime, les sections principales des chaudières se trouvent alimentées par les économiseurs, et les condenseurs de calorique sont remplis avec de l'eau, laquelle est peu à peu portée à la température de la chaudière. Aussitôt que les besoins s'élèvent au-dessus de la puissance normale de la chaudière, on arrête le fonctionnement de la pompe d'alimentation et l'on fait pénétrer dans la chaudière l'eau échauffée des réservoirs. La puissance de vaporisation, après la mise en service des condenseurs de calorique ci-dessus, s'est élevée de 5 400 à 11 000 kg d'eau à l'heure, ce qui naturellement a entraîné une consommation presque double de combustible. Les pertes de calorique résultant du rayonnement sont très minimes, assure-t-on, par suite de la présence d'une épaisse enveloppe isolante, non conductrice de la chaleur, qui entoure les réservoirs. Suivant les indications données par M. Crompton à l'Institution des ingénieurs électriciens de Londres, les résultats fournis par le condenseur de calorique Druitt-Halpin sont véritablement surprenants, au point que les théories actuelles ne parviennent pas à les expliquer. M. Crompton considère cette invention comme de premier ordre, car les frais que comporte son utilisation sont bien inférieurs à ceux qu'occasionnerait l'aménagement de nouvelles chaudières avec les accessoires utiles, sans compter que l'on économise ainsi un espace important. » — G.

-∞-

Statistique des tramways électriques autrichiens pour 1902.

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* emprunte les détails suivants à une publication officielle qui porte le titre ci-dessus et que vient de faire paraître le ministère des chemins de fer de Vienne :

Le développement des tramways électriques autrichiens, qui se chiffrait par 364,54 km à la fin de 1901, s'est élevé en 1902 à 433,32 km, soit une augmentation de 68,78 km ou de 18,87 0/0. Ces tramways se répartissent comme il suit : Basse-Autriche, 159 km; Haute-Autriche, 15 km; Styrie, 36; Carniole, 5; Littoral, 22; Tyrol et Vorarlberg, 11; Bohême, 121; Moravie, 34; Silésie, 5; Galicie, 18; Bukovine, 7 km. Les voyageurs transportés en 1902 ont été au nombre de 203 490 000, soit une augmentation de 54,73 0/0 sur 1901, et au nombre de 533 595 kilomètres. La moyenne du parcours, par voyageur, a été de 3,62 km contre 3,17 km en 1901. Les recettes se sont élevées à 27 120 000 fr, soit une augmentation de 57,40 0/0 sur 1901 et une recette kilométrique totale de 71 117 fr. D'autre part, les dépenses d'exploitation ont été de 17 070 000 fr, soit une augmentation de 57,33 0/0 sur 1901, ce qui fait ressortir la dépense par kilomètre à 44 754 fr. — G.



ADRESSES RELATIVES AUX APPAREILS DÉCRITS

Appareils pour la mesure des coefficients de self-induction, système Siemens et Halske : Maison Rousselle et Tournaire, rue de Dunkerque, 52, à Paris.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 709 30 Juillet 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD | L. DE SOYE & FILS
Libraire-Éditeur | *Imprimeurs-Éditeurs*
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49 | 18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod**, *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 147-92). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier**, *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.* — *La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien** *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*

LE DIFFUSEUR « BONHIVERS »

Depuis que les installations d'éclairage électrique ont pris le développement auquel elles avaient tout droit de prétendre, la lutte économique engagée par le gaz contre l'électricité se poursuit sans interruption et tout nouveau progrès de l'éclairage électrique est suivi d'un perfectionnement dans les brûleurs de gaz. C'est ainsi que la lampe électrique à incandescence a amené l'invention d'Auer, le manchon incandescent.

En ce qui concerne l'éclairage par l'arc électrique, les perfectionnements apportés aux régulateurs ont rendu ce mode d'éclairage des plus pratiques. Toutefois, le vif éclat de l'arc fatigue la vue et l'on est dans l'obligation de le soustraire aux regards en l'entourant d'un globe opale ou d'un globe dépoli; ces globes présentent l'inconvénient d'absorber une grande partie de la lumière émise par l'arc, 20 à 26 0/0 pour les globes opales et jusqu'à 40 à 50 0/0 pour les globes dépolis. Dans certains cas, pour mieux utiliser la lumière et obtenir l'éclairage maximum de la surface à éclairer, on a recours à l'emploi de réflecteurs; mais par leur forme et leurs dimensions ces réflecteurs produisent, en général, un effet disgracieux, aussi sont-ils peu employés.

Il y avait donc encore là matière à perfectionnement et l'invention du diffuseur Bonhivers a permis de réaliser une amélioration importante de l'éclairage par arc électrique.

Ce diffuseur est constitué tout simplement par un disque en terre réfractaire de composition spéciale, percé en son centre d'un trou juste assez grand pour laisser passer l'extrémité du charbon supérieur de la lampe.

Ce disque, rendu incandescent et par suite lumineux à cause de la haute température à laquelle il est porté, a de plus pour effet de réfléchir vers le sol tous les rayons lumineux émis par l'arc, de rendre la lumière plus fixe, de diminuer la consommation des charbons et enfin de produire un éclairage de plus grande intensité lumineuse sans augmenter la consommation de courant.

La lumière émise par l'arc muni d'un diffuseur se rapproche sensiblement, comme coloration, de la lumière solaire par suite de la suppression des rayons rouges et violets de l'arc ordinaire; elle fatigue, par suite, beaucoup moins la vue que l'arc nu ordinaire, ce qui permet de supprimer l'emploi des globes opales et de les remplacer par des globes en verre clair ou presque clair, qui absorbent beaucoup moins la lumière.

La matière réfractaire servant à fabriquer les diffuseurs est très réfractaire et poreuse; lors de sa préparation, elle est soumise à une cuisson à très haute température et est imprégnée d'oxydes de métaux terreux au moyen de bains et de cuissons successives. Dans ces conditions, le produit obtenu résiste très bien à la haute température de l'arc et a une durée de service utile dépassant 2000 heures.

Le diffuseur affecte la forme d'un disque plan, concave ou convexe, suivant les effets lumineux que l'on veut obtenir. Les différents modèles ont un diamètre variant de 65 à 125 mm et une épaisseur de 8 à 10 mm. Ainsi, par exemple, avec des lampes d'au moins 10 ampères servant à l'éclairage des rues et placées à une assez grande hauteur au dessus du sol, il convient d'employer des diffuseurs de 125 mm; au contraire, pour des éclairages de magasins, de cafés, etc., les disques de 65 à 85 mm conviennent mieux.

Le disque en matière réfractaire est entouré d'un cercle métallique supporté, à l'aide de chaînettes, par des pinces qui se fixent à la partie supérieure des tiges porte-charbon ou bien à des crochets placés sous les écrous de l'enveloppe de la lampe.

Le diffuseur ainsi constitué s'adapte sans la moindre difficulté à toutes les lampes à arc connues, à courant continu ou alternatif, à point lumineux fixe ou mobile.

Lorsqu'on le place sur une lampe à courant continu, il faut avoir le soin d'inverser les pôles et de placer le charbon positif en bas et le charbon négatif homogène en haut. Naturellement, s'il s'agit d'une lampe à courant alternatif, il n'y a rien à modifier.

En plaçant le diffuseur à la partie inférieure du charbon supérieur, il faut le disposer de manière que l'extrémité du charbon dépasse de 6 à 12 mm l'ouverture du trou central du diffuseur, distance qui varie dans ces limites suivant l'intensité normale du courant.

Dans les lampes à courant continu, le diamètre du charbon négatif est réduit de manière que les deux charbons s'usent également, afin que le point lumineux reste fixe et ait même tendance à descendre légèrement pendant le fonctionnement de la lampe. Cette précaution est prise afin que l'arc se produise toujours au-dessous du diffuseur, car s'il en était autrement l'arc rentrerait à l'intérieur du trou du disque

et une partie de la lumière émise serait ainsi perdue dans la partie supérieure.

Afin d'éviter tout tâtonnement dans l'emploi de ces diffuseurs, voici des renseignements pratiques sur les diamètres des charbons qu'il convient d'utiliser :

Diamètre en mm. des charbons utilisés dans les lampes à arc ordinaires.		Diamètre en mm. des charbons à utiliser avec les lampes munies du diffuseur.	
+	—	+	—
12	7	12	6
13	8	13	6
14	9	14	6
15	10	15	7
16	11	16	8
17	12	17	8
18	12	18	9

L'emploi du diffuseur Bonhivers présente de notables avantages que l'on peut résumer ainsi :

1° Diffusion complète des rayons lumineux permettant d'éclairer une surface beaucoup plus grande que ne le permet l'arc ordinaire;

2° Suppression des rayons chimiques rouges et violets et, par conséquent, lumière fatiguant moins la vue et n'altérant pas les nuances les plus délicates;

3° Réflexion complète de la lumière et facilité d'éclairer plus complètement tel endroit voulu suivant la position horizontale, verticale ou inclinée donnée au diffuseur;

4° Suppression de l'absorption de lumière par les globes opales qui sont remplacés avec avantage par des globes clairs ou presque clairs;

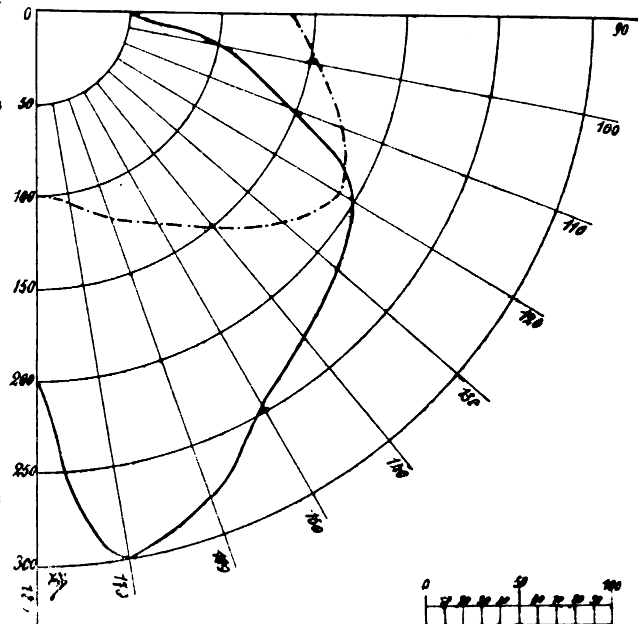
5° Augmentation du pouvoir éclairant et économie de charbons résultant de ce fait que le diffuseur, formant obturateur au-dessus de l'arc, empêche la circulation active de l'air pendant la combustion des charbons; l'arc se trouve ainsi entouré d'une couche de gaz chauds exempts d'oxygène et l'usure des charbons se trouve réduite;

6° Stabilité plus grande de l'arc qui est maintenu dans une atmosphère plus chaude;

7° Meilleure répartition de la lumière émise;

8° Économie dans la consommation de courant pour un pouvoir éclairant déterminé. Il suffit en effet de placer un diffuseur sur une lampe de 5 ampères pour obtenir une intensité lumineuse à peu près égale à celle que donnerait une lampe de 10 ampères; de même l'emploi du diffuseur sur une lampe de 10 ampères permet de réduire la consommation du courant à 5 ou 6 ampères sans que son pouvoir éclairant soit affaibli.

Le diffuseur Bonhivers a été soumis à des essais photométriques au Laboratoire central



Graphique des répartitions lumineuses d'une lampe à arc avec et sans diffuseur.

— · — · — · sans diffuseur.
——— avec diffuseur Bonhivers.

d'électricité. Le graphique reproduit ci-dessus donne comparativement les répartitions lumineuses d'une lampe à arc avec et sans diffuseur et donne la preuve des avantages que présente l'emploi de ce dispositif.

De Kermond.

LE CONGRÈS INTERNATIONAL D'ÉLECTRICITÉ A SAINT-LOUIS

Un grand nombre de sociétés américaines d'électriciens ont pris leurs dispositions pour prendre part au Congrès international d'électricité de Saint-Louis. La plupart de ces sociétés tiendront, simultanément avec le Congrès, leur assemblée générale; elles se sont organisées pour joindre leurs délibérations à celles qui auront lieu dans les diverses sections du Congrès aux jours déjà fixés. D'autres sociétés, sans tenir leur assemblée en même temps que le Congrès, ont accepté l'invitation d'envoyer des délégués.

Une trentaine d'invitations de ce genre ont été adressées à des Sociétés tant américaiues qu'étrangères.

Parmi celles qui profiteront du Congrès pour tenir simultanément leur assemblée, on peut déjà citer :

L'*American Institute of Electrical Engineers.*

L'*American Electrochemical Society.*

L'*American Physical Society.*

L'*Association internationale des Electriciens de municipalités.*

L'*American Electrotherapeutic Association.*

Parmi les Sociétés américaines qui enverront des délégués, il y a la *National Electric Light Association* et l'Association des compagnies d'éclairage Edison.

La Société internationale des Electriciens de Paris et l'Association électrotechnique Suisse ont promis d'envoyer des délégués. On attend prochainement l'adhésion de l'*Institution of Electrical Engineers* de Londres, celle de la société électrotechnique de Berlin, ainsi que le concours de plusieurs autres sociétés européennes.

Les délégués envoyés au Congrès par les différentes sociétés n'auront pas à prendre part aux votes sur les questions intéressant la nation. Toutes les propositions relatives aux unités, aux étalons, etc., seront soumises à la réunion des délégués officiels des divers gouvernements représentés.

Les délégués des sociétés techniques ont été invités à présenter des mémoires à la section du Congrès qu'ils auront choisie. Chacun de ces mémoires sera imprimé dans les comptes-rendus du Congrès et il sera mentionné qu'il a été présenté par le délégué au nom de la société qui l'a envoyé. Le texte du mémoire, ainsi que la discussion qui en suivra la lecture, sera mis à la disposition de cette société pour être inséré dans son Bulletin si elle le désire.

Les délégués de l'*American Institute of Electrical Engineers* feront au Congrès les communications suivantes :

M. Ralph D. Mershon : Distance maximum à laquelle la puissance électrique peut être transmise économiquement (section D) ;

M. I. Pupin : Ondes électriques et oscillateurs multiples (section A).

M. C.-P. Steinmetz : Théorie du moteur à courant alternatif simple (section D).

Les délégués de l'*Electrochemical Society* présenteront les communications suivantes :

M. W.-D. Bancroft. — La chimie de l'électrodéposition (section C).

MM. H.-S. Carhart et G.-A. Hulett. — La préparation des substances entrant dans la composition des piles étalons et la construction de ces dernières (section C).

M. L. Kahlenberg. — Classification électrochimique des métaux (section C).

Les délégués de la *National Electric Light Association* traiteront les sujets suivants :

M. George Eastman. — Protection et contrôle des grandes installations de distribution d'énergie à haute tension (section E).

M. G. Ross Green. — Les compteurs d'électricité en Amérique (section E).

Les délégués de l'Association des compagnies d'éclairage Edison feront les communications suivantes :

M. W.-C.-L. Eglin. — Convertisseurs rotatifs et groupes moteur-générateur pour la transformation des courants alternatifs à haute tension en courant continu à basse tension (section E).

M. L.-A. Ferguson. — Canalisations électriques souterraines (section E).

M. Gerhard Gœttling. — Les batteries d'accumulateurs et leur emploi dans les stations centrales (section E).

La désignation des autres délégués ainsi que les titres des sujets qu'ils doivent traiter ne sont pas encore arrêtés.

Jusqu'à présent les gouvernements étrangers ayant désigné des délégués officiels sont :

La Suisse, représentée par le professeur Ferdinand Weber et le professeur François-Louis Schule.

La Norwège et la Suède, représentées par le professeur G. Arrhenius.

Les Indes, représentées par M. J.-C. Shields.

Le Mexique, représenté par M. Rafael R. Arizpe.

Les gouvernements ci-après désignés ont accepté l'invitation d'envoyer des délégués dont la désignation sera faite ultérieurement : Grande-Bretagne, France, Allemagne, Autriche-Hongrie, Etats-Unis d'Amérique, Belgique, Italie, Danemark, Espagne, Portugal, Australie, Japon, Chine, Brésil, Chili et Pérou.

*
* *

Nous avons déjà publié la liste des communications qui seront faites dans les sections A, B, C, D et E du Congrès et nous la complétons par celle des sections F et G.

Section F. — *Traction électrique.*

Président : M. le Dr Louis Duncan.
Secrétaire : M. A.-H. Armstrong.

Théorie des moteurs à répulsion compensée, par M. Ernst Danielson;

La traction électrique sur les chemins de fer anglais, par M. Philipp Davidson;

Moteur de traction à courant alternatif simple, par M. F.-J. Eichberg.

Comparaison de l'emploi du courant alternatif et du courant continu pour la traction électrique, par le docteur F. Niethammer.

« The Puffer Machine » dans le service des chemins de fer et son moyen de contrôle le plus efficace, par le professeur Dr Rasch.

La traction électrique appliquée aux lignes de chemins de fer à vapeur, par M. A.-H Armstrong.

Les chemins de fer électriques, par M. B -J. Arnold.

Revue générale de la traction électrique, par M. Louis Duncan.

Les accumulateurs et leur emploi dans la traction électrique, par J.-B. Entz.

Une communication de M. C.-O. Mailloux sur un sujet qui sera indiqué ultérieurement.

Quelques indications sur l'installation électrique des lignes tubulaires, par M. E.-H.-M. Henry.

Freinage des trains à grande vitesse, par M. R.-A. Parke.

Les chemins de fer électriques, par M. W.-B. Potter.

Historique et développement des chemins de fer électriques, par M. F.-J. Sprague.

Notes sur l'installation électrique de la Cie des chemins de fer de Wilkesbarre et Hazleton, par M. L.-B. Stillwell.

Exploitation économique d'une station centrale, par H.-G. Stott.

Installation d'une station centrale terminus, par M. W.-J. Wilgus.

Section G. — *Télécommunication.*

Président : M. F.-W. Jones.
Secrétaire : M. B. Gherardi.

Les télécommunications électriques en Espagne, par Don Julio Cevera Baviera.

Etat actuel de la télégraphie sans fil, par le docteur J.-A. Fleming.

Danger que présentent les câbles téléphoniques aériens recouverts de plomb, par M. John Hesketh.

Télégraphie et téléphonie simultanées, par M. Joseph Hollos.

La télégraphie et la téléphonie au Japon, par M. Saitoro Oi.

Système permettant de produire des oscillations électriques continues, par M. V. Poulsen.

Questions relatives aux tarifs et aux installations des bureaux centraux téléphoniques, par M. G. de la Touanne.

Systèmes de télégraphes imprimeurs, par M. J.-C. Barclay.

Télégraphie rapide, par le docteur Albert-C. Crehore.

Récepteurs pour télégraphie sans fil, par le docteur Lee de Forest.

Télégraphie rapide, par M. Patrick-P. Delany.

Téléphonie, par M. Hammond-V. Hayes.

La téléphonie dans les grandes villes, par M. Franz-J. Dommerque.

La télégraphie sans fil, par M. Reginald-A. Fessenden.

Particularités relatives aux systèmes de batterie commune, par M. J.-C. Kelsey.

Les bureaux centraux teléphoniques automatiques comparés aux bureaux centraux desservis par des téléphonistes, par M. Kempster-B. Miller.

Téléphonie, par M. F.-A Pickernell.

Télégraphe imprimeur, par M. Louis-M. Potts.

Applications militaires du téléphone, du télégraphe et des câbles, par le colonel Samuel Reber.

L'électrolyse des conducteurs souterrains, par M. George-F. Sever.

La téléphonie actuelle au point de vue économique, par M. L.-W. Stanton.

Théorie de la télégraphie sans fil, par M. John Stone-Stone.

***

A la date du 23 juin dernier, le nombre de membres du Congrès était de 1776 et plus de 150 communications étaient annoncées. Douze de ces mémoires sont déjà parvenus et des dispositions sont prises pour que chacun d'eux soit imprimé dès son arrivée afin que l'on puisse les distribuer au moment où se tiendront les séances du Congrès. Aussi le Comité d'organisation insiste-t-il pour que le texte des communications annoncées lui soit envoyé le plus tôt possible.

DEUX CAS DE MORT

PAR LES COURANTS TRIPHASÉS

DE HAUTE TENSION

Quoique la littérature des accidents mortels par électrocution soit bien riche déjà, il ne m'a pas semblé inutile d'insister sur les deux cas ci-après, que j'ai eu l'occasion d'étudier récemment.

Observation I. — M. X..., âgé de trente-quatre ans, d'une parfaite santé, était, dans une station électrique produisant du triphasé, chargé depuis longtemps déjà de surveiller la marche d'un alternateur. Les alternateurs placés en file indienne suivant le grand axe de l'usine, fonctionnent en nombre variable avec les besoins de la consommation. Contre la muraille et dans l'intervalle de deux alternateurs consécutifs sont disposés des tableaux partiels qui soutiennent les plombs fusibles des génératrices. Les câbles issus de ces tableaux partiels se rendent au grand tableau central situé parallèlement de l'autre côté de la salle, en passant dans un caniveau creusé dans le sol, dans le chemin séparant deux alternateurs voisins. Une plaque de tôle recouvre ces caniveaux.

A l'époque de l'accident, les choses étant ainsi disposées, on marchait au centre de l'allée directement sur la surface métallique pour se rendre vers le tableau des fusibles.

Un dimanche, X..., de service de nuit, venait à la station à six heures du soir, accompagné de sa femme et de son enfant. Malgré les règlements, il s'engagea, suivi des visiteurs, dans l'allée d'un tableau à fusibles, entre un alternateur en marche et un autre au repos.

On suppose qu'il voulait montrer aux siens le système de plombs qu'il avait lui-même amélioré. Distrait et croyant sans doute avoir affaire à l'alternateur au repos, il entra, par les doigts de la main droite, en contact avec un fil fusible de la génératrice en marche donnant à ce moment 3500 volts efficaces environ et 47 périodes.

Après un temps très court, le malheureux tomba sur le sol sans proférer une parole, inanimé.

L'ingénieur de garde, les ouvriers présents étendirent le patient sur une table, pratiquèrent de suite la respiration artificielle, les tractions rythmées de la langue, firent des frictions alcooliques. Les médecins que l'on était allé quérir ne purent qu'approuver ces manœuvres, faire des piqûres d'éther.

Après deux heures et plus d'infructueux efforts, on abandonna le cadavre.

L'autopsie ne fut point pratiquée. On constata simplement, au niveau de la pulpe des pouce, index, médius de la main droite, de légères brûlures de la dimension d'une lentille. De petits fragments de peau étaient, comme on le vérifia, restés adhérents à une vis de serrage du fil fusible touché par la victime.

Obs. II. Dans une autre région montagneuse existe une station électrique produisant, en particulier, au moyen d'alternateurs, du courant triphasé à 10 000 volts efficaces et 50 périodes environ, utilisé à 26 km de là. Ce courant est amené jusqu'au poste de transformation par trois câbles *aériens* dans une grande partie de la distance.

Vers cette extrémité de la ligne se trouve le bureau de la Direction relié à l'usine par un téléphone Les fils téléphoniques sont aériens dans la majeure portion du chemin et, *c'est là le point capital*, les mêmes poteaux supportent à la fois les fils téléphoniques et la ligne de haute tension.

Certain jour de janvier, le téléphone ne fonctionnant pas, l'ingénieur, M. Y..., en recherche la cause. Muni d'un poste téléphonique portatif, il se rend à partir de la Direction à l'endroit, où, de souterraine, la ligne téléphonique devient aérienne. Si, accrochant aux fils aériens les extrémités de son appareil mobile, il ne peut communiquer avec l'usine, c'est que, évidemment, ainsi qu'il le supposait, l'anomalie cherchée existe dans la partie aérienne de la ligne.

M. Y.. va tenter l'expérience. Cet ingénieur, sorti de Centrale, est un homme de trente ans environ, nerveux, très surmené et aussi très téméraire, m'assure un de ses camarades, qui l'avait surnommé le « chevalier sans peur ». Dans sa précipitation, peut-être oublie-t-il le voisinage dangereux des 10 000 volts alternatifs; toujours est-il que, sans prendre la plus élémentaire mesure d'isolement, M. Y..., les pieds reposant sur le sol, saisit des deux mains le fil téléphonique pour établir les connexions.

Après un contact de quelques secondes, disent les ouvriers témoins de l'accident, on voit des étincelles éclater entre le fil métallique et les doigts qui s'éloignent. La victime tombe sur le sol, puis se relève, prononce quelques paroles incohérentes, dit : « Oui, mon ami », à un employé qui lui demande s'il le reconnaît, retombe enfin inanimé. La scène avait duré une minute à peine.

La respiration artificielle, les tractions rythmées de la langue sont immédiatement pratiquées par les ouvriers présents, électriciens connaissant ces manœuvres; ensuite par deux médecins qui, arrivant une demi-heure plus tard, appliquent aussi le marteau de Mayor, etc.

Deux heures d'efforts continus furent inutiles. Le malheureux était mort.

On ne fit pas l'autopsie. Au niveau des mains, on ne trouva, d'après l'un des médecins appelés, que des brûlures insignifiantes. La putréfaction fut rapide.

A propos de ces observations, je présenterai quelques remarques sur les conditions physiques de l'électrocution, le mécanisme de la mort des victimes, la sécurité des gens dans certaines installations électriques.

1° *Conditions physiques de l'électrocution.* —

Un individu parfaitement isolé du sol peut impunément toucher un câble de haute tension.

Il est simplement parcouru par un courant de charge ou de décharge qui, étant donnée la faible capacité du corps humain, ne sait produire que des effets physiologiques nullement dangereux.

Quand le patient est réuni au sol, il est pratiquement traversé par un courant. Ce courant existe pour les câbles à continu, à cause de leur isolement insuffisant; une autre raison encore intervient pour les courants alternatifs : l'action de la capacité de la ligne qui fait débiter la génératrice à travers le sol, même pour un grand isolement vérifié à froid.

Sans insister davantage, nous admettrons ces notions pratiques : 1° il peut être dangereux, sans s'isoler préalablement, de toucher un câble nu charriant du courant de voltage élevé, surtout si c'est de l'alternatif; 2° des précautions minutieuses doivent être prises pour empêcher que le corps d'un individu réunisse le câble à la terre.

A. Dans la première observation, le patient touche un fil, les pieds reposant sur une plaque métallique, terre excellente. Il est électrocuté par un courant dérivé qui le parcourt allant du fil à la terre.

Le voltage efficace étant à 3500, c'est $\frac{3500}{\sqrt{3}} = 2000$ environ le voltage efficace qui, existant entre le fil touché et le point neutre, c'est-à-dire le sol à fort peu près, a tué la victime.

B. Il faut admettre l'hypothèse suivante pour la deuxième observation. Un contact accidentel a été établi entre un fil de haute tension et la ligne téléphonique probablement par une branche d'arbre ou un fil métallique lancé par un gamin.

M. Y... a provoqué la dérivation au sol, par l'intermédiaire de son corps qui a momentanément fermé le circuit. Etant donné que le téléphone a fonctionné après l'accident, il est possible que l'effet Joule au niveau de la branche d'arbre, ou etc... ait supprimé de quelque façon le pont jeté entre la ligne de haute tension et le fil téléphonique.

Le voltage efficace entre la ligne de haute tension et le sol était sans doute $\frac{10\,000}{\sqrt{3}} = 5800$ volts environ, mais en raison de la perte de charge, au moment du débit, le long de la branche d'arbre, ou etc... et du fil téléphonique, les choses se sont passées probablement comme si le patient avait directement touché un câble de moindre voltage (1000, 2000 volts).

2° *Mécanisme de la mort.* — D'Arsonval, Kratter, Biraud admettent que dans les accidents électriques la mort arrive par inhibition des centres nerveux et surtout du centre respiratoire. Tatum, Oliver, Bolam supposent que la mort arrive par arrêt du cœur, les centres ne perdant leurs fonctions que par défaut d'irrigation.

Prévost et Battelli ont expérimentalement montré que ces deux opinions sont vraies dans des cas particuliers. La direction du courant dans l'organisme, l'intensité et la durée de ce courant à travers certains organes : cœur, centres nerveux, jouent un rôle important. En particulier, ces auteurs ont constaté chez les animaux que pour une densité électrique, à travers le cœur, comprise entre deux limites (supérieure et inférieure), les ventricules sont mis en trémulations fibrillaires, que ces trémulations sont définitives et que, par suite, la mort est fatale chez les chien, chat, cobaye adulte.

Se basant sur l'expérimentation portée sur de grands animaux, sur les diverses électrocutions pénales pratiquées en Amérique, sur les résultats de deux autopsies rapidement faites sur des criminels électrocutés. Battelli admet que les trémulations fibrillaires du cœur se produisent chez l'homme comme chez les animaux, et qu'elles sont définitives chez lui.

Battelli estime que dans les électrocutions accidentelles, la mort arrive le plus souvent par le cœur. Malgré le voltage parfois très élevé et en raison des mauvais contacts de la victime avec la ligne, la densité électrique à travers le cœur serait, dans les cas mortels, toujours comprise dans la zone dangereuse amenant les trémulations fibrillaires et, par suite, la mort.

Partant de là, Battelli soutient cette idée quelque peu révolutionnaire. Chez les électrocutes, la pratique de la respiration artificielle est parfaitement superflue. Elle ne donne aucun résultat si le cœur est en trémulations fibrillaires. Le patient revient naturellement à lui s'il est simplement inhibé.

Les deux observations que j'ai présentées ne donnent nullement tort à Battelli.

Si l'on admet que la mort des victimes est bien le fait de l'électrocution, il faut choisir seulement entre ces deux explications : mort par le cœur ou inhibition des centres nerveux, le contact ayant duré trop peu pour que l'on puisse songer à une asphyxie par tétanisation des muscles respiratoires.

La deuxième observation ne laisse aucun doute; il n'y a pas eu d'inhibition puisque après le choc la victime a marché, parlé, reconnu les gens. La première victime étant morte plus rapidement, on ne peut argumenter de la même façon. On remarquera que le courant est passé de la main droite aux pieds. Le cœur plus directement placé sur les lignes de flux a été certainement davantage atteint que les centres. De plus la respiration artificielle immédiatement, correctement, longuement pratiquée n'a produit aucun résultat.

Je pense que la mort est arrivée chez ces deux victimes par le cœur dont les ventricules ont été pris de trémulations fibrillaires définitives.

3° *Sécurité des gens dans certaines installa-*

tions. — *A.* Depuis le sinistre relaté dans ma première observation, on marche dans la salle des alternateurs, sur un linoléum épais isolant qu'a fait installer la Direction. Il est infiniment probable que l'électrocution n'aurait pas eu lieu si le tapis avait existé au moment de l'accident. Il serait raisonnable, à la suite de mort semblable, qu'un règlement impose l'usage d'un plancher-tapis isolant dans toutes les stations où se produisent les hautes tensions électriques.

B. L'Etat interdit rigoureusement que des lignes électriques aériennes soient placées dans le voisinage immédiat de ses fils télégraphiques et téléphoniques. Il n'existe pas, à ma connaissance du moins, de règlement semblable concernant la sécurité des lignes télégraphiques ou téléphoniques privées; aussi rencontre-t-on des installations où les mêmes poteaux supportent à la fois les câbles de haute tension et les fils du téléphone ou du télégraphe.

Des communications accidentelles se produisent parfois entre les lignes téléphoniques et les câbles de haute tension, et l'on enregistre des accidents comme celui de ma deuxième observation.

Je n'ignore point que des dispositions particulières sont prises pour tâcher de remédier dans une certaine mesure à cette organisation éminemment dangereuse, que par exemple des récepteurs téléphoniques spéciaux existent que l'on ne touche ni avec la main, ni avec l'oreille, que des planchers placés sur des isolateurs en porcelaine sont vus dans quelques cabines téléphoniques. Mais ces dispositions n'empêchent pas toujours les sinistres. Il suffit d'ailleurs de connaitre l'organisation de certains de ces postes téléphoniques pour comprendre qu'une simple distraction peut coûter la vie à un homme même prévenu. Quelquefois la cabine, exiguë pour des raisons économiques diverses, sert en même temps de poste de transformation du courant de haute tension. La chambre, en plus des appareils téléphoniques, renferme les transformateurs, les coupe-circuits, etc. La personne qui téléphone est bien séparée du sol par le plancher isolant, mais ses mains, ses coudes peuvent toucher le mur et par suite la terre, sinon même les appareils électriques de haute tension.

Un ingénieur m'a en particulier signalé une telle cabine où il n'a jamais consenti à téléphoner, de peur d'être électrocuté! Des techniciens avec qui j'ai causé de ces faits estiment comme moi qu'une réglementation de ces lignes et cabines téléphoniques privées s'impose absolument.

P. Chanoz,
Chef de travaux à la Faculté de médecine de Lyon.

(*Archives d'électricité médicale.*)

LA NOUVELLE
STATION CENTRALE DE WATERSIDE
DE LA COMPAGNIE ÉLECTRIQUE EDISON A NEW-YORK

Suite (1).

La station de Waterside se trouve située entre le bras de l'est du fleuve Hudson et la première avenue d'une part et entre les rues 38e et 39e d'autre part; elle occupe une superficie de 109 × 79 m.

Le feeder principal est disposé à une distance de 64 m de la façade Est, de laquelle ce feeder est d'ailleurs séparé par une rue nouvelle en construction de 50 m de largeur et sous laquelle sont disposés le tunnel de condensation et les voies pour amener le combustible.

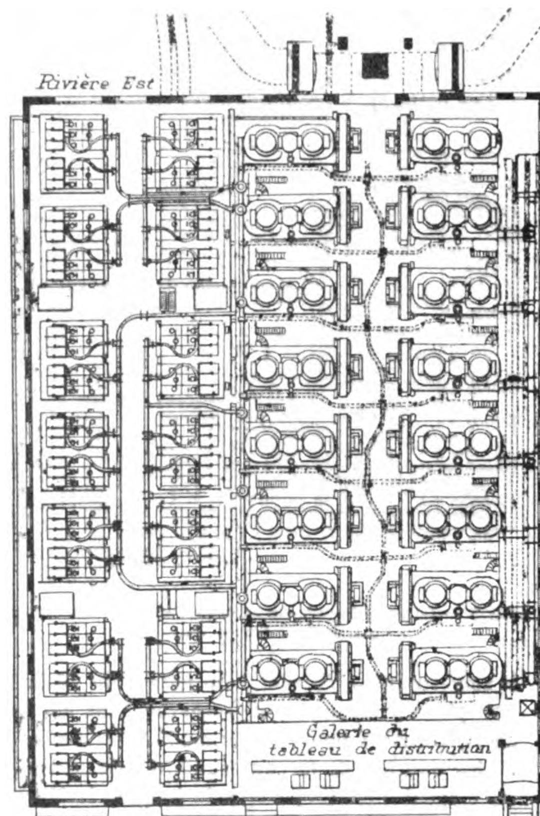


Fig. 1. — Plan de la station centrale Waterside de New-York.

Les fondations de l'édifice, aussi bien que celles des machines à vapeur, sont en béton coulé directement dans la roche vive et forment ainsi une construction très solide. Le bâtiment est construit en briques jaunes et rouges laissées à nu, sauf une bordure en briques émaillées, qui entoure à l'intérieur toute la salle des machines à une hauteur de 7,60 m du sol; le parquet est composé de plaques de fonte et le toit est surmonté d'une baie

(1) Voir *Electricien*, 18 juin 1904, p. 395

vitrée qui laisse passer dans l'intérieur une lumière abondante. La figure 1 représente le plan général de la station. L'emplacement des chaudières constitue une salle de 30 × 107 m ; elle est séparée de la salle des machines par un mur de 42 m. Le matériel générateur de la salle des machines comprend 16 groupes électrogènes, composés chacun d'un moteur à vapeur du même type qui a été adopté dans la station de la rue de Douane, accouplé directement à une génératrice Westinghouse. Chacun de ces groupes est commandé par son tableau de distribution et constitue ainsi à lui seul un centre de puissance indépendant de tous les autres. Nous allons voir dans la suite l'avantage de ce dispositif. Toutes les génératrices ont leur collecteur tourné vers un passage central réservé dans toute la longueur du bâtiment.

Les batteries d'accumulateurs sont placées dans

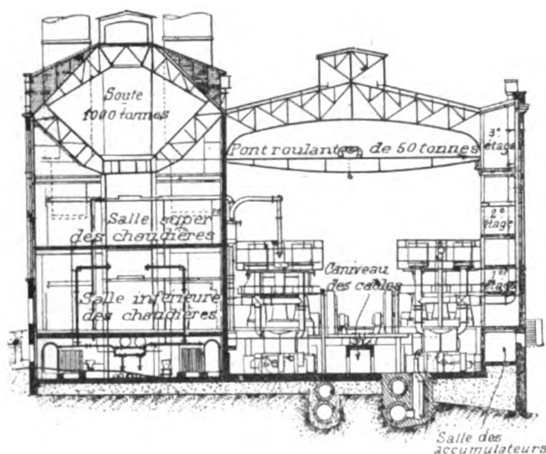


Fig. 2. — Coupe de la salle des chaudières et de la salle des dynamos de la station de Waterside.

le sous-sol de la 38e rue. Tout autour du bâtiment une place suffisante a été réservée pour contenir des garderobes pour la commodité des employés et des ouvriers de la compagnie. Les galeries ont été disposées en cinq étages le long de la 38e rue, les galeries du 1er et du 2e étage donnant un accès facile aux plateformes supérieures des machines à vapeur, tandis que les trois autres contiennent les magasins et les laboratoires. Il est impossible de ne pas être frappé de l'ingéniosité avec laquelle a été établi le plan de cet édifice destiné à produire 125 000 ch ; il y a là une analogie surprenante avec le plan adopté dans les constructions nouvelles et qui constitue, pour ainsi dire, l'idéal à poursuivre dans l'établissement de projets des stations centrales La galerie du 5e étage, située du côté ouest du bâtiment et qui contient les tableaux de distribution, sert de poste de surveillance d'où l'ingénieur aperçoit facilement toutes les parties de l'intérieur du bâtiment.

Un ascenseur électrique, construit par la Marine Engine et Machines comp, est situé à l'entrée qui se trouve du côté ouest de l'édifice ; cet ascenseur facilite l'accès aux galeries dans lesquelles on peut pénétrer aussi par des escaliers en fer, qui se trouvent aux deux bouts. Deux ponts roulants actionnés électriquement desservent la salle des machines ; l'un de 50 tonnes a été installé par Pawling et Harnishfeger de Milwaukee et l'autre de 25 tonnes, construit par Alfred Bex de Philadelphie. Chacun de ces ponts comporte un moteur spécial de levage à grande vitesse.

Dispositif pour amener le combustible. — Dans la partie postérieure du bâtiment se trouve l'emplacement pour amener le combustible. Celui-ci est déchargé d'abord sur un ponton qui s'avance de 60 m dans la rivière, et ensuite au moyen d'une benne de 1 1/2 tonne de capacité, qui est élevée au sommet d'une tour. Cette benne est déchargée dans une trémie qui laisse passer le combustible dans les concasseurs, et, de là, dans un train à godets qui le transporte sous la voûte à charbon, située dans l'angle nord-est du bâtiment. Ici, le charbon est reçu dans des bascules et il est ensuite déchargé automatiquement dans des convoyeurs verticaux qui l'élèvent dans un mouilleur d'où, par un convoyeur horizontal, il le distribue dans les soutes dont la capacité de 10 000 tonnes est suffisante pour alimenter les chaudières pendant quinze jours. Par des chutes automatiques, le charbon est déchargé dans des foyers dont chacun correspond à deux chaudières consécutives ; ces foyers sont munis de bascules automatiques du système Clarke. Afin d'éviter le contact du charbon avec le fer, les soutes sont garnies d'une couche de béton, et des rainures sont placées de façon à faciliter la descente du charbon.

Les chaudières. — Les chaudières, dont la disposition et la construction sont représentées dans les figures 1, 2, 3 et 4, ont été fournies par la « Aultman and Taylor Manufacturing Comp. de Mansfield Ohio. Elles sont placées en deux rangées superposées de chaque côté de la chambre de chaudières ; il y a 14 chaudières dans chaque rangée, 28 de chaque côté de la chambre, et 58 chaudières en tout ; elles ont 7,20 m de longueur avec une surface de chauffe de 220 m² ; elles ont été calculées pour 650 ch chacune, à la pression normale ; mais comme les machines à vapeur ne demandaient qu'une pression de 24 kg par cheval, elles peuvent développer, en réalité, 1625 ch chacune. A l'aide d'un tirage forcé, elles sont capables de développer une puissance beaucoup plus grande encore. Quoique la pression ne doive pas dépasser la normale, toutes les chaudières ont été calculées pour supporter 1/4 en plus ; elles sont munies d'un système automatique d'alimentation des foyers, qui ont été construits par Westinghouse Church, Herr et Co ; 16 ventilateurs à ailettes de grande surface permettent aux chaudières, en cas d'urgence, de développer le maximum de leur puissance, et rendent possible l'emploi de charbon maigre ; en vue de cette dernière éventualité, on a

donné aux grilles une profondeur très grande afin d'augmenter leur surface. Pendant la construction et l'installation des chaudières, il a été également tenu compte de l'emploi, dans l'avenir, de la vapeur surchauffée. Les produits de la combustion sont entraînés dans 4 cheminées en acier de 6.35 m de diamètre et de 52,80 m de hauteur. Ces cheminées sont garnies, jusqu'à 1/3 de leur hauteur, d'une couche de briques réfractaires de 0,26 m d'épaisseur, le reste étant garni de briques ordinaires. Ce revêtement, composé de sections de 8 m, est maintenu en place par des cercles en fer disposés deux à deux dans chaque section. Entre les parois de la cheminée et le revêtement, il a été ménagé un espace d'air de 0,13 m. Les cendres sont enlevées par des wagons remorqués par des locomotives électriques le long des quais où ils sont déchargés dans des bateaux. Un espace libre a été ménagé dans le sous-sol pour l'établissement des économiseurs.

Distribution de la vapeur. — La vapeur de chaque chaudière est distribuée par des conduites de 0,25 m de diamètre dans des collecteurs de 0,35 m de diamètre; 8 de ces collecteurs passent au travers du mur de séparation dans la salle des machines. Par des conduites verticales, le collecteur du dôme supérieur des chaudières communique avec les collecteurs de la salle des machines d'où la vapeur est distribuée aux moteurs qui sont placés dans la rangée nord. Une autre série de conduites verticales descend dans la salle des machines et, en recevant la vapeur de la rangée inférieure des chaudières, elle la conduit aux séparateurs placés dans le sous-sol d'où, par des tuyaux de 35 cm de diamètre, la vapeur arrive aux valves de la rangée sud des moteurs.

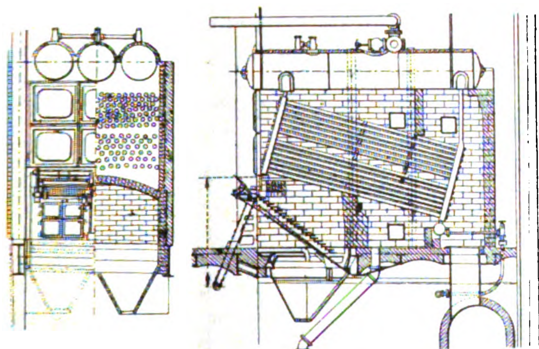


Fig. 4. — Élévation et coupe d'une chaudière.

Tous les joints sont rendus complètement étanches par un rôdage convenable, l'emploi de garniture étant prohibé dans les conduites à vapeur à haute pression. Les réchauffeurs d'eau d'alimentation, du type Wainwright, ont 1,25 m de diamètre sur 6,40 m de long et contiennent 246 tubes de 37,5 mm de diamètre, ce qui donne une surface totale de chauffe de 533,20 m². Ces réchauffeurs sont placés entre les pompes d'alimentation et les chaudières et ils reçoivent la vapeur d'échappement provenant des pompes d'alimentation, des chaudières et d'autres machines auxiliaires. L'eau d'alimentation a été d'abord fournie par la ville; aujourd'hui, on emploie l'eau provenant de la condensation de la vapeur après purification. A cette fin, 4 réservoirs avec des baquets de séparation ont été installés dans le sous-sol de la chambre des chaudières, où l'huile entraînée par la vapeur est enlevée au moyen des filtres spéciaux. Les pompes d'alimentation des chaudières sont du type Worthington actionnées par la vapeur.

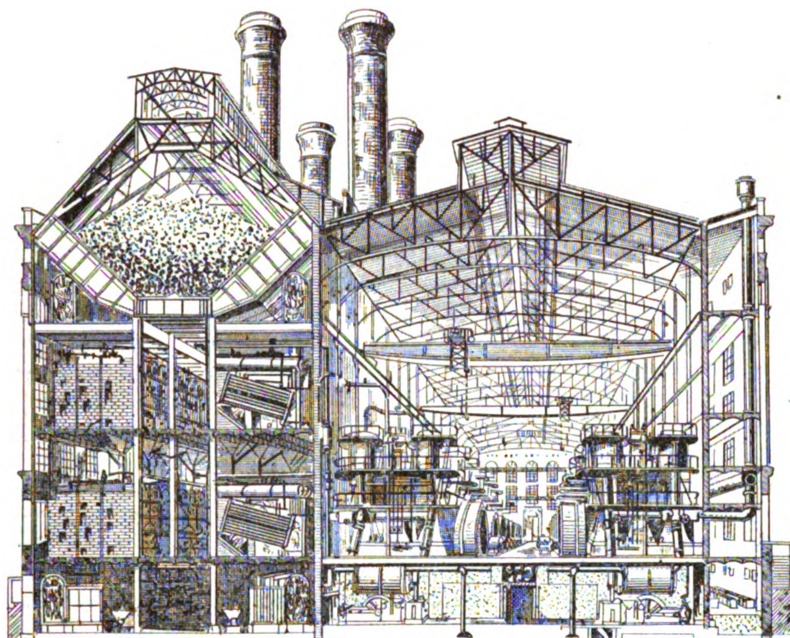


Fig. 3. — Coupe de la station centrale de Waterside.

L'eau de condensation est amenée de la rivière par un tunnel construit par la General Tunnel Engineering Company qui exploite les brevets Landé. Ce tunnel intéressant est composé de 2 tubes concentriques en acier de 6 mm d'épaisseur, l'espace libre de 37 cm entre les 2 tubes étant rempli de béton. Ce tube a été préparé à Elisabethport et, après avoir été muni d'une

proue et d'un gouvernail, il a été remorqué jusqu'au lieu de sa destination.

Le tunnel aboutit du côté Est du bâtiment; il passe sous le quai et va s'enfoncer sur une longueur de 92 m dans la East River. L'eau de condensation retourne dans la rivière par deux autres tunnels de section ovale de 3,20 m de hauteur qui sont disposés au-dessus du premier.

Les moteurs à vapeur. — Les 16 machines à vapeur ont été fournies par la Westinghouse Machine Company; elles sont du type vertical de la marine à 3 cylindres dont 1 à haute pression et 2 à basse pression; elles sont directement accouplées à 16 générateurs triphasés de la General Electric C°. Le cylindre à haute pression mesure 1,08 m de diamètre et les 2 autres 1,87 m avec une course de 2 m. Seuls les cylindres à basse pression sont revêtus d'une enveloppe protectrice, l'emploi de la vapeur surchauffée laisse cette précaution inutile à l'égard de cylindres à haute pression. A la pression normale à l'admission et pendant la marche à la vitesse de 75 tours à la minute, ces machines doivent développer une puissance de 5200 à 5500 ch indiqués. Les constructeurs de ces machines ont garanti que la consommation de la vapeur ne dépasserait pas 25 kg par cheval-heure, y compris la dépense de vapeur dans les réchauffeurs.

La plaque de fondation est composée de 3 pièces dont l'une supporte le palier extérieur. Les corps des machines à vapeur sont du type A, de construction solide et de forme élégante; elles reposent sur un bâti appuyé directement sur la plaque de fondation. L'arbre moteur creux, de 25 cm de diamètre intérieur, est composé de trois sections; il repose sur 4 paliers, dont 3 ont une longueur de 1,50 m, tandis que le palier extérieur ne mesure que 1,20 m. Grâce à la disposition de 3 manivelles qui font entre elles des angles de 101, de 133 et 126 degrés, on a pu réaliser un mouvement suffisamment uniforme en employant des volants qui ne pèsent que 18 tonnes avec un diamètre extérieur de 9,20 m.

Les cylindres à haute pression sont munis de valves du genre de celles qui sont admises en Europe pour les machines à vapeur surchauffée.

Les cylindres à basse pression sont munis des valves du système Corliss. Le fonctionnement de ces valves est assuré par des excentriques, disposés sur un arbre horizontal, qui reçoit le mouvement transmis de l'arbre principal par une vis sans fin.

Par un dispositif spécial qui permet de modifier les poids du régulateur, on peut faire varier à volonté la vitesse des machines pendant qu'elles sont en marche. Afin de faciliter la synchronisation, la vitesse des moteurs peut aussi être réglée de la galerie qui contient les tableaux de distribution au moyen d'un manipulateur qui commande un servo-moteur et permet de déplacer les poids qui se trouvent sur les bras du régulateur.

Entre les cylindres de haute et de basse pression, la vapeur passe dans des réchauffeurs d'une capacité de 88 m³. Chaque machine à vapeur est munie d'une pompe à air indépendante manœuvrée par une machine à vapeur spéciale du système Corliss.

Les condenseurs, système Worthington, ont une surface de refroidissement de 3680 m². 3 plateformes disposées l'une au-dessus de l'autre autour des machines permettent un accès facile au mécanicien; par les 2 plateformes supérieures, on peut d'ailleurs passer d'une machine à l'autre pour l'inspection et le graissage. L'accès aux machines du côté du passage central est assuré par un pont, comportant des plateformes à la hauteur de celles qui entourent les machines; ce pont se déplace sur des rails placés tout le long du passage.

(A suivre.) C. Domar.

STATISTIQUE DES ACCIDENTS CAUSÉS EN SUISSE PAR LE COURANT ÉLECTRIQUE PENDANT L'ANNÉE 1903

Communication de l'Inspectorat des installations électriques.

L'Inspectorat des installations à courant fort de l'Association suisse des électriciens ayant été chargé du contrôle fédéral des installations électriques à courant fort, il lui incombe aussi la tâche d'établir une statistique des accidents, des interruptions de service ou d'autres troubles survenus dans l'exploitation des usines électriques, pour autant que ces dernières ne concernent pas des chemins de fer électriques. L'Inspectorat est aussi chargé d'examiner les enquêtes légales, éventuellement de les compléter, et dans certains cas de faire rapport au département fédéral de justice et de police, enfin de prendre les mesures propres à éviter le retour d'événements analogues.

Les cas dont l'Inspectorat a eu connaissance en 1903, se répartissent comme suit :

13 accidents de personnes,

8 accidents n'ayant endommagé ou mis en danger que des choses.

A. — Accidents de personnes.

Des 13 accidents de personnes connus,

5 concernent le personnel proprement dit attaché à l'exploitation.

1 un monteur d'une entreprise électrique, et 7 des personnes étrangères à l'exploitation.

Ce dernier nombre pourrait paraître relativement grand, s'il ne fallait pas supposer que plusieurs cas d'accidents d'une certaine gravité arrivés au personnel chargé de l'exploitation sont restés inconnus. Il engagera les entreprises électriques à diriger toujours plus leur attention sur le perfectionnement des mesures de précaution pour sauvegarder les personnes étrangères au service.

Il y a lieu aussi de rappeler, au sujet de ces accidents, ayant atteint des tiers, que dans un des cas, la victime est seule cause de ce qui s'est produit; dans deux autres cas la faute incombe aussi pour la plus grande part à la victime. Dans deux cas, deux gamins ont touché des conducteurs à haute tension, par étourderie, et malgré les avertissements; dans un autre cas, c'est un instituteur qui s'est introduit par curiosité indiscrète dans une station de transformation où il n'avait rien à faire et y a manœuvré des appareils.

L'enquête a montré que dans deux cas concernant des personnes étrangères au service de l'exploitation, le personnel des abonnés, pour avoir été négligent, était cause des accidents mortels qui se sont produits. Un de ces accidents montre aussi combien il est nécessaire d'enfermer soigneusement les transformateurs et en général toute installation à haute tension se trouvant dans les bâtiments des abonnés, de telle sorte que seul le personnel compétent des services électriques, — ou pour les installations de moteurs les employés de l'abonné, spécialement instruits, — puissent y avoir accès, à l'exclusion de toute autre personne et cela dans quelque circonstance que ce soit. Il ne paraît pas non plus qu'on puisse conseiller aux entreprises électriques de céder des stations de transformation en toute propriété aux abonnés. Ces entreprises n'exercent ainsi plus un contrôle suffisant sur de pareilles stations et la sécurité qu'elles présentent, tout en conservant cependant leur part de responsabilité eu cas d'accident.

Nous avons déjà fait précédemment la remarque qu'une très grande partie des accidents dont sont victimes des personnes étrangères à l'exploitation concerne les ouvriers du bâtiment, qui touchent les conducteurs disposés le long des façades, sur les toits ou dans les bâtiments mêmes. Ces personnes se trouvent, en effet, souvent, — pour exécuter les travaux de leur métier, — dans des endroits inaccessibles en temps ordinaire. On pourrait sans doute admettre que ces ouvriers sont instruits sur le danger qu'ils courent lorsqu'ils travaillent ainsi dans des endroits accessibles pour eux seuls, qu'ils prennent les mesures de précaution nécessaires et qu'ils font attention. Malheureusement l'expérience prouve le contraire; c'est pourquoi il paraît tout indiqué de prêter beaucoup plus attention qu'on ne l'a fait généralement jusqu'à présent au danger que peuvent présenter soit les lignes électriques à moyenne et haute tension tendues le long et au-dessus des maisons, soit les lignes à haute tension installées dans les immeubles.

De même, lors de la construction des réseaux à basse tension, on devrait disposer les conducteurs à de plus grandes distances des toits et en général de façon à mieux éviter les accidents, que cela n'a été le cas jusqu'à maintenant. Lorsqu'on a à installer un réseau avec fil neutre relié à la terre, il sera judicieux de disposer ce fil au-dessous des autres, pour les lignes qui passeront sur les toits.

En ce qui concerne le *personnel des entreprises électriques*, nous constatons que dans 4 cas sur 6 la victime est seule fautive. On peut souvent observer combien le personnel des usines devient insouciant et ne prend plus garde aux prescriptions et aux instructions destinées à lui donner toute sécurité lorsqu'il a à travailler dans des installations électriques. Dans un cas, l'accident a probablement été causé par suite d'une entente dont les termes manquaient de précision et d'explications incomplètes entre les ouvriers; il se peut aussi que les instructions données par la direction aient été insuffisantes. Il résulte des observations faites par l'Inspectorat qu'on n'attache pas assez d'importance à la mesure préventive qui consiste à mettre en court-circuit et à la terre les lignes, entre l'usine et l'ouvrier. On a pu constater à plusieurs reprises qu'il est dangereux d'admettre comme seule précaution, lors de travaux à effectuer sur une partie du réseau, de couper cette dernière du reste de l'installation pour une durée déterminée.

Si on considère en particulier *les causes des accidents*, on trouve que dans 9 cas, il n'y a de faute que de la part des victimes; dans 3 cas il y a eu des mesures de protection insuffisantes ou des installations défectueuses; dans 4 cas les ordres ont été mal donnés, et le personnel insuffisamment instruit; dans 1 cas les causes n'ont pu être définies exactement.

Dans deux cas, on peut dire avec assez de vérité qu'il s'agit de mort causée par négligence; une fois en laissant telle quelle une installation défectueuse et reconnue comme dangereuse; une autre fois, un ordre a été donné d'une manière si inconsidérée, qu'un accident en est résulté. Ainsi que nous l'avons déjà dit, les fautifs n'étaient pas employés des entreprises électriques, mais des abonnés.

On doit malheureusement constater que tous ces 13 accidents ont été mortels; 11 victimes sont mortes sur le lieu même de l'accident, une le lendemain et une autre enfin 14 jours après. La statistique ne nous permet pas d'arriver à des conclusions précises sur le résultat des tentatives faites pour rappeler à la vie les victimes. En effet, dans la plupart des cas, des données positives font défaut qui permettraient de se rendre compte si des secours appropriés ont été administrés en temps

opportun. L'Inspectorat des installations à fort courant continuera à prêter une grande attention à ce point spécial.

Considérons maintenant les *tensions* auxquelles les accidents se sont produits ; on constate que dans un cas on peut se demander quelle tension existait, 110 ou 500 volts ; cette dernière tension parait cependant plus probable.

Dans un autre cas, on peut se demander si la frayeur qui a entraîné la mort a été déterminée par le courant électrique lui-même, ou au contraire par l'allumage subit et inattendu d'une lampe à incandescence que tenait la victime ; dans ce dernier cas l'énergie électrique ne peut être considérée comme cause de l'accident ni directement ni indirectement, et ce malheur ne peut entrer en ligne de compte dans la statistique.

Abstraction faite de ces deux cas, il reste :

1 accident qui s'est produit sur des lignes à basse tension (130 volts) ;

1 accident concernant des lignes à moyenne tension (500 volts) ;

9 accidents produits dans des installations à haute tension (5000 — 10 000 volts).

L'accident produit dans une installation à basse tension est le plus intéressant ; on considère en effet généralement des tensions aussi faibles, comme inoffensives. Il est vrai d'autre part que jusqu'à maintenant il ne s'est produit, aux tensions de 100 — 150 volts que des accidents très rares ; encore sont-ils survenus dans des circonstances exceptionnelles qui accentuaient singulièrement l'action dangereuse du courant électrique (par exemple dans des locaux imbibés de liquides conducteurs ou dans des exploitations sales ; voir préface des prescriptions de l'A. S. E. IIe partie). Le cas qui nous occupe ne peut être rangé dans cette catégorie, bien que des circonstances défavorables entrent en jeu. Le décédé, un maçon, se trouvait sur un plancher de béton fraichement posé et encore humide, au premier étage d'une maison en construction ; il prit à pleine main un conducteur nu et fut foudroyé. Il n'est pas admissible que la conduite pût être parcourue par du courant à haute tension ; d'autre part, cet homme ne devait être atteint d'aucune maladie ou infirmité ; on dit qu'il était au contraire sain et robuste. Nous n'avons cependant pas obtenu de renseignements précis à ce sujet. Cet accident, avec d'autres analogues qui se sont produits quelques années auparavant, pour des lignes à *basse tension* disposées le long des façades ou sur les toits des maisons, montrent qu'il est nécessaire de prendre garde d'empêcher tout contact accidentel non seulement avec des installations à haute tension, mais aussi à basse tension.

Dans tous les cas signalés, il s'agit de *courant alternatif* avec un nombre d'alternances normal (80-100 par seconde). Il y a lieu de rappeler ici qu'en Suisse les installations à courant alternatif l'emportent de beaucoup sur celles à courant continu, soit comme nombre, soit comme importance ; d'autre part, cette statistique ne tient pas compte des installations destinées aux chemins de fer.

B. DOMMAGES CAUSÉS AUX CHOSES

Pour les huit cas concernant les dommages causés à des choses, ces derniers n'affectent que les entreprises électriques elles-mêmes. L'inspectorat n'a pas eu connaissance d'accident ayant causé des dommages atteignant des tiers.

Quatre cas se rapportent à *des bris d'isolateurs cassés à coups de pierres*, par malice, si ce n'est pas par méchanceté. Cet acte stupide et pourtant si fréquent devrait être sévèrement puni : heureusement qu'aucun de ces cas n'a eu de suites graves. Le bris d'isolateurs aurait cependant pu déterminer l'inflammation des poteaux ou la détérioration des fils de lignes et par suite causer des accidents de personnes. Aujourd'hui, si l'on fait choix d'un type convenable, les seules causes du bris des isolateurs et des accidents ou dommages qui en résultent sont les causes extérieures, mécaniques, telles que les pierres lancées ou les projectiles d'armes à feu. On est arrivé à ce résultat, en particulier, grâce au fait qu'instruit par des essais qui ont duré plusieurs années et des expériences malheureuses, on en est venu à fixer les isolateurs sur les ferrures non plus à l'aide d'un ciment dur, mais avec une substance élastique ; d'autre part, de grands progrès ont été réalisés ces derniers temps dans la fabrication des isolateurs. Il devrait donc être recommandé aux autorités de faire tout leur possible pour arriver à diminuer le nombre de ces accidents.

A deux reprises on a eu à constater des dommages et des perturbations dans le service causés par des *objets conducteurs lancés sur les fils*. De semblables procédés devraient aussi être énergiquement réprimés avec l'aide des autorités. En effet, abstraction faite des dérangements causés dans le service, de pareils actes ont le plus souvent pour conséquence de faire fondre les fils et de causer des accidents de personnes.

***

Le département fédéral des postes et des chemins de fer a fait tenir en octobre 1903 une circulaire à toutes les entreprises électriques à courant fort, pour leur demander d'aviser immédiatement l'Inspectorat des installations électriques à courant fort, comme elle ont à le faire, conformément à la loi du 24 juin 1902 (art. 32) pour les autorités locales. L'Inspectorat pourra ainsi faire un examen approfondi et arriver à une détermination exacte des causes et des effets exacts des accidents, ainsi que des circonstances importantes dans lesquelles ils se produisent. Les enquêtes faites à l'occasion de chaque accident — en se plaçant toujours au

même point de vue — leur comparaison et la publication des résultats pourraient être très intéressantes et utiles pour toutes les entreprises électriques. Pour que cette statistique des accidents donne des résultats satisfaisants, et permette d'arriver à des conclusions exactes, il est nécessaire que les entreprises électriques secondent de leur mieux l'Inspectorat en lui donnant connaissance des accidents et perturbations même peu importantes, et en fournissant chaque fois les renseignements suffisants. L'article 32 de la loi précitée ne parle que des dommages causés aux choses appartenant à des tiers; il serait cependant désirable, pour obtenir une statistique aussi complète que possible, que les entreprises électriques fassent connaître à l'Inspectorat les accidents causés à leurs propres installations (tels que le bris d'isolateurs, des objets conducteurs lancés sur les fils, etc.). Les accidents causés à la propriété de personnes étrangères aux entreprises sont du reste beaucoup moins nombreux que ceux causés aux entreprises électriques par des tiers.

Zurich, mars 1904. H. VATERLAUS.

(La Houille blanche).

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCE DU 1er JUILLET 1904

Cohésion diélectrique de la vapeur de mercure, de l'argon et de leurs mélanges, par M. E. Bouty. — Après avoir rappelé la notion de *cohésion diélectrique* et le dispositif général de ses expériences, M. Bouty résume ses recherches relatives à l'argon, à la vapeur de mercure et à leurs mélanges avec d'autres gaz.

1. Les recherches sur l'argon ont pu être poursuivies grâce à l'extrême obligeance de MM. Moissan et Rigaut, que M. Bouty tient à remercier d'une manière toute particulière.

L'argon pur possède une cohésion diélectrique exceptionnellement faible. La moindre trace d'impureté relève beaucoup cette cohésion. En même temps la lueur d'effluve passe d'un blanc bleuté très vif à une nuance indécise, d'aspect sale. La mesure de la cohésion diélectrique est un réactif de la pureté de l'argon, de sensibilité comparable à celle de l'analyse spectrale.

Dans le spectre de l'argon pur, on remarque deux beaux groupes de raies bleues particulièrement sensibles à la présence d'impuretés. 1/2 pour 100 d'acide carbonique suffit à les rendre indistinctes; en même temps, les bandes du carbone apparaissent comme un voile diaphane sous lequel on distinguerait le spectre de l'argon.

Les premiers échantillons d'argon que M. Bouty a eus entre les mains contenaient une trace imperceptible d'ammoniaque. En refroidissant ce gaz à très basse température, il observa que la cohésion diélectrique à volume constant se maintenait invariable jusqu'à — 20°; puis, de — 20° à — 50°, tombait rapidement à une valeur sensiblement moitié moindre qu'elle conservait ensuite, sans altération, jusqu'à — 100°. Cet ensemble de circonstances pouvait porter à penser qu'il existait deux variétés d'argon stables, l'une au-dessus de — 20°, l'autre au-dessous de — 50°; mais la comparaison de la marche du thermomètre à argon à celle d'un thermomètre à toluène n'indiquait aucune variation de densité dans l'intervalle où se serait accomplie la transformation, et le gaz, refroidi hors de l'appareil de mesure, présentait, dès la température ordinaire, la faible cohésion diélectrique et le grand éclat d'effluve qu'il n'offrait auparavant qu'au-dessous de — 50°. En refroidissant dans l'air liquide une grande quantité de cet argon, M. Moissan ne put recueillir qu'une seule goutte d'un liquide alcalin absolument insuffisante pour se prêter à une évaluation quantitative.

L'échantillon d'argon le plus pur dont M. Bouty ait pu disposer avait une cohésion diélectrique près de sept fois plus faible que celle de l'hydrogène.

2. Pour étudier la vapeur de mercure, monoatomique comme l'argon, il était nécessaire de pouvoir opérer au-dessus de 200°. Mais, à cette température, le cristal le plus dur possède déjà une conductibilité suffisante pour rendre inapplicable la méthode de mesure. L'auteur a eu recours à un ballon de silice de la maison Heraeus. Des expériences préliminaires, exécutées sur l'air, ont montré que, tout au moins jusqu'à 300°, l'invariabilité de la cohésion diélectrique à volume constant peut être considérée comme absolue. On pouvait donc, en toute sûreté, opérer, pour le mercure, à des températures variables comprises entre 100° et 260° et ramener toutes les pressions à une température uniforme, pour rendre les résultats comparables à ceux que l'on a obtenus avec les autres gaz.

Ces expériences n'ont soulevé aucune difficulté exceptionnelle. Elles ont fixé la cohésion diélectrique de la vapeur de mercure à une valeur égale aux 0,85 de celle de l'air. Eu égard à la densité considérable de la vapeur de mercure, cette cohésion peut passer pour remarquablement petite, ce qui rapproche la vapeur de mercure de l'argon.

Les effluves, dans la vapeur de mercure, sont éblouissantes. L'addition de petites quantités d'un gaz étranger diminue beaucoup leur éclat et la cohésion diélectrique du mélange est supérieure à celle que l'on calculerait par la loi des moyennes, comme dans le cas de l'argon; mais les écarts sont incomparablement plus faibles. La mesure de la cohésion diélectrique de la vapeur de mercure est un réactif relativement peu délicat de sa pureté.

Il était particulièrement curieux de savoir si les mélanges d'argon et de vapeur de mercure se comporteraient autrement que les mélanges d'argon et d'un gaz polyatomique quelconque. Il n'en est rien. L'argon est aussi sensible à la présence de la vapeur de mercure qu'à celle de toute autre impureté. M. Bouty a observé que, dans le spectre de l'argon, à la température ordinaire, les raies du mercure ont une intensité tout à fait comparable à celle des raies propres de l'argon, bien que la pression de la vapeur de mercure ne soit que de 1/50 de millimètre, lorsque celle de l'argon est de 20 cm par exemple.

Le principal intérêt de ces expériences réside dans le lien qu'elles paraissent établir entre la cohésion diélectrique et la nature du spectre. Quand un gaz impose ses raies, il impose aussi sa cohésion diélectrique, c'est-à-dire que la cohésion s'écarte de la valeur prévue par la loi des moyennes en se rapprochant davantage

de la cohésion propre au gaz dont le spectre domine.

M. Bouty pense que la théorie des ions ne pourra rendre compte des faits qu'il signale, sans englober une théorie de l'émission spectrale. Quelques physiciens ont déjà tenté, dans cette voie, des essais remarquables, qui méritent d'être suivis.

BIBLIOGRAPHIE

Traité général de l'emploi de l'électricité dans l'industrie minière. Sources d'énergie et production d'électricité. — Distribution de force motrice et lumière par courants triphasés. — Applications aux divers usages des mines. — Organisation et règlements de service, par N. Lapostolest, ingénieur des arts et manufactures, ingénieur en chef des services de jour des mines de Carmaux. — Un vol. format 24 × 16 de 290 pages avec 67 figures. Prix, 7 fr. 50. Vve Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1904.

Les applications de l'électricité dans les mines françaises ont été longtemps limitées à l'éclairage des chantiers du jour. Depuis quelques années, le champ de ces applications s'est considérablement étendu. Les ingénieurs, après avoir manifesté une certaine défiance, se sont peu à peu décidés à profiter, dans les travaux du fond, des avantages innombrables que procure l'électricité pour la commande des divers appareils répartis un peu partout dans les galeries et fronts de taille. Roulage, manœuvre des treuils de plans inclinés, commande des perforatrices, des haveuses, etc., telles sont les principales applications dont les moteurs électriques font l'objet.

Il n'existait pas encore d'ouvrage traitant de ces intéressantes questions, aussi faut-il féliciter M. Lapostolest de son heureuse initiative.

Dans une introduction, l'auteur fait connaître tout d'abord les divers besoins que doit pouvoir satisfaire l'électricité en vue de ses applications dans les mines; il montre combien elle peut être produite à bon compte en utilisant les énergies perdues, si abondantes dans le cas des mines de houille où l'on fabrique le coke métallurgique.

Le traité de M. Lapostolest est divisé en quatre parties. Dans la première, il étudie successivement les sources d'énergie et la production de l'électricité par les chutes d'eau, par les moteurs à vapeur et à gaz et il en profite pour examiner les diverses parties du matériel des stations centrales.

La distribution de l'électricité fait spécialement l'objet de la seconde partie; elle nécessite de grandes précautions et doit être l'objet des soins attentifs de l'ingénieur.

Les applications, examinées dans la troisième partie, sont actuellement très nombreuses. L'air comprimé, qui semblait ne devoir être jamais détrôné, cède la place à l'électricité. L'établissement des canalisations d'air comprimé est d'autant plus coûteux que la configuration continuellement variable des galeries d'extraction, entraîne à déplacer fréquemment les conduites. Les canalisations électriques se prêtent on ne peut mieux à ces modifications continuelles.

L'auteur décrit les perforatrices à rotation et à percussion, les haveuses destinées à dégarnir le pied du front de taille, afin de faciliter l'abatage du minerai, les appareils inflammateurs pour le tirage des mines, les treuils et les locomotives.

L'électricité, étendant rapidement ses attributions, se voit employée pour actionner les puissantes machines d'extraction que seule la vapeur avait jusqu'ici le privilège de commander. Naturellement les gigantesques ventilateurs destinés à assurer l'aérage des galeries, sont mus par des moteurs électriques; de même pour les pompes d'exhaure indispensables pour évacuer les eaux souterraines assez abondantes parfois pour envahir les chantiers.

On conçoit quelle sécurité de marche il faut exiger de machines de ce genre; c'est un vrai triomphe pour l'électricité que d'avoir supplanté les autres systèmes.

Les applications de l'électricité à la transmission des ordres et aux signaux complètent ce qu'on peut signaler relativement aux travaux du fond.

Quant aux applications au jour, on peut citer la commande électrique des appareils de broyage, de criblage, de lavage; les défourneuses des fours à coke, les excavateurs, etc., etc., sans compter les installations classiques dans les ateliers divers.

La quatrième partie s'occupe de l'organisation des services, des attributions du personnel, des règlements d'ordre et de sécurité et des règlements officiels.

On voit par cette énumération combien sont nombreuses les applications de l'électricité dans les mines; encore en avons-nous laissé plusieurs de côté, l'éclairage des galeries et les lampes de sûreté, par exemple. Le travail de M. Lapostolest répondait donc à un besoin; il servira de guide à ceux qui voudront suivre la voie du progrès et introduire dans leurs exploitations minières le matériel électrique si économique et si sûr qu'une prudence exagérée avait jusqu'ici écarté ou qu'on n'employait que dans de très rares circonstances.

M. Aliamet.

L'Arrivisme industriel (Europe et Amérique), par J.-H. West, ingénieur, ancien rédacteur de la *Elektrotechnischer Zeitschrift*, traduit de l'allemand par Ed. Gresser, ancien inspecteur principal des postes et télégraphes. 1 vol. in-16 de 70 pages, prix 1 fr. 50. Vve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1904.

Par ces temps de crise industrielle, ce petit volume est tout d'actualité et sera sûrement bien accueilli, d'autant plus que la lecture en est aisée et profitable.

M. West, qui a fait, en Amérique, deux grands voyages d'études à une dizaine d'années d'intervalle, était fort bien documenté pour écrire sur « l'arrivisme industriel ».

L'auteur, après avoir examiné les diverses conditions du travail en Amérique, montre qu'en ce pays l'ouvrier est payé cher et que c'est grâce à d'admirables machines-outils que les Américains ont pu réaliser le développement industriel immense de leur pays. Leur système est de créer un objet dont l'utilité soit incontestable; ils étudient alors le moyen de le construire au minimum de frais et en quantité d'exemplaires. Vendu relativement cher sur place, l'objet est, en outre, expédié à l'étranger et offert pour une somme très modique.

Que d'usines ont été créées pour la fabrication d'un unique article! Une fois finie la vogue, l'usine devient sans objet et ferme ses portes!

Examinant la possibilité d'une suprématie universelle de l'industrie américaine, M. West analyse les causes et les effets du prodigieux développement que l'on connait. Sans vouloir se prononcer sur l'issue probable du duel engagé sur le terrain économique entre l'ancien et le nouveau monde, il indique l'étendue du danger pour l'ancien monde et montre aussi ses limites.

Naturellement, étant donné sa nationalité, l'auteur envisage plus spécialement le cas de l'Allemagne et il trouve qu'en travaillant la question et en s'y prenant mieux, la lutte peut redevenir plus égale. Sa dernière phrase est caractéristique : « L'Allemagne, par son développement industriel, n'est-elle pas le pays d'Europe le plus américain, et Berlin n'est-il pas la plus américaine des villes d'Europe? »

Quoi qu'il en soit, ce petit opuscule contient des enseignements qui seront profitables à l'industrie française; à nous de savoir nous y prendre convenablement.

M. ALIAMET.

Das elektrische Bogenlicht. Seine Entwickelung und seine physikalischen Grundlagen *(La lumière électrique à arc. Son développement et ses principes physiques)*, par Walther BIEGON DE CZUDNOCHOWSKI, ingénieur. Premier fascicule. Un vol. broché in-8° de VIII-98 pages, avec 14 figures et 42 tables. Prix : 3 mark (Leipzig, S. Hirzel, éditeur, 1904).

L'ouvrage ci-dessus, une fois terminé, comprendra six fascicules, chacun d'un prix variant entre 3 et 4 mark, et donnera une monographie complète de la lampe électrique à arc. L'auteur explique, dans sa préface, qu'il s'est proposé non pas de passer en revue tous les modèles existant, mais seulement de présenter l'exposé systématique d'un assez grand nombre de modèles, afin de montrer la diversité des solutions, données par les inventeurs, aux multiples problèmes que comporte la réalisation des lampes à arc. Le premier fascicule, que nous avons sous les yeux, contient un historique de la lampe à arc et une étude étendue de la photométrie en général. Une nomenclature bibliographique des ouvrages consultés, qui ne comprend pas moins de 214 articles, termine ce premier fascicule.

CHRONIQUE

Etablissement de la traction électrique sur le chemin de fer du Saint-Gothard.

Les ateliers d'Œrlikon viennent d'établir, pour l'introduction de la traction électrique sur la section Ertsfeld-Bellinzona du chemin de fer du Saint-Gothard, un devis dont la *Zeitschrift für Elektrotechnik* donne l'analyse suivante :

Ce devis prévoit l'emploi d'un courant alternatif sous 15 000 volts et à 15 périodes, ainsi que l'aménagement, sur les véhicules, de moteurs collecteurs disposés comme les moteurs en série. Sur les rampes de 26 0/0, les trains express de 260 tonnes circuleront à une allure de 40 km par heure, les trains rapides de 280 tonnes à une allure de 30 km, et les trains de marchandises de 350 tonnes à une allure de 20 km. On évalue de 1600 à 1700 ch la puissance nécessaire pour la mise en marche des trains de la première catégorie. On installera aux deux extrémités du tunnel, à Göschenen et à Ambri-Piotta, des usines électriques produisant de 5000 à 6000 ch. Le courant, amené par une canalisation aérienne, sera recueilli par un dispositif de prise du nouveau modèle Œrlikon, puis transformé avant de parvenir aux moteurs. Ces derniers auront leur réglage assuré au moyen de transformateurs d'induction. L'intensité du courant nécessaire pour le démarrage est évaluée à 1,25 de l'intensité normale. Le même devis prévoit que l'installation électrique reviendra à 5 millions de fr et que les frais d'exploitation s'élèveront à 0,445 fr par train-kilométrique. D'autre part, avec le service à vapeur la dépense en combustible est aujourd'hui de 0.61 fr et le total des frais de traction de 0,681 fr par train kilométrique. On réaliserait donc une économie de 23.6 0/0. En tenant compte des frais d'amortissement de l'emprunt qu'il faudrait contracter et sur la base de 1 500 000 trains kilométriques par an, le devis prévoit, en faveur du service électrique, une économie de 4,8 0/0 par rapport au service à vapeur. — G.

Un câble téléphonique sous-marin en Italie.

L'*Elettricista* signale la construction et la prochaine pose, par la maison Pirelli et Cie de Milan, d'un câble téléphonique sous-marin, qui doit relier l'Italie continentale à la Sicile. Ce câble, le premier de l'espèce en Italie, a une longueur de 9 km; il doit être immergé entre Gallico di Reggio (Calabre) et un point du littoral sicilien situé au sud et à proximité de Messine. Les âmes de ce câble sont formées par un toron de 7 fils de cuivre qui ont chacun un diamètre de 0,807 mm. Chaque toron est isolé avec de la gutta-percha et des couches alternées de Chatterton, de manière à présenter un diamètre extérieur de 7 1/10 mm environ. Le poids du cuivre est de 33 kg et celui de la gutta de 35 kg au km. Le tout est convenablement enveloppé de jute et armé de fils en acier galvanisé, qui offrent une résistance de rupture de 60 kg par mm. Les constantes électriques sont :

Résistance du cuivre : 4,90 ohms environ par km à la température de 15° C;

Isolement : 600 mégohms par km à la température de 24° C;

Capacité : 0,184 microfarad par km. — G.

Four électrique de laboratoire.

Electricity de New-York nous apprend que M. Marmon V. Morse, de l'Université John Hopkins, vient d'inventer un dispositif de four électrique pour les travaux de laboratoire. Afin de satisfaire aux conditions spéciales de cet emploi, le nouveau four devait présenter les caractères suivants :

1° La chaleur doit être produite économiquement;

2° Il doit être possible d'obtenir des température absolument déterminées;

3° Il faut pouvoir maintenir constantes ces températures pendant de longues périodes de temps;

4° Les produits de la combustion ne doivent pas pouvoir venir au contact des substances chauffées.

Bien entendu des résultats répondant à ces diverses conditions ne peuvent être obtenus que si l'on prend l'énergie électrique comme somme de chaleur.

Le four du professeur Morse comprend un four ordinaire en cuivre, encastré dans une boite doublée d'amiante avec un espace d'air interposé, le tout recouvert d'une couche d'aluminium qui n'est pas affectée par les hautes températures; de plus, cette disposition prévient toute perte de chaleur par radiation.

La source de chaleur se trouve dans une étuve disposée à l'intérieur du four en cuivre. Cette étuve est formée d'un certain nombre de plaques de stéatite revêtues de graphite. Le graphite doit être également distribué sur les plaques de stéatite, afin d'assurer un égal développement de chaleur sur leur surface. Un courant électrique plus ou moins intense traverse ses plaques. Une température constante de 150° peut être obtenue pendant huit heures au prix modique de 0,05 fr. Il est vraisemblable de croire que ce nouveau dispositif est appelé à remplacer les anciens systèmes et à prendre place dans les laboratoires pour toutes les expériences de chimie. — D.

Le matériel et le fonctionnement des sous-stations à courants po yphasés.

Dans le cas d'une distribution d'énergie sur une grande étendue, où la production de courants polyphasés et la transmission à haute tension sont devenues courantes, le succès ou l'insuccès de l'entreprise dépend, dans une très large mesure, des sous-stations et de leur matériel. L'importance de ce fait vient d'être tout récemment développé dans une remarquable étude que M. L. Pearce, ingénieur électricien de la ville de Manchester, a présentée devant le Congrès municipal d'électricité. Par suite de sa situation dans la grande entreprise d'électricité qui, à Manchester, distribue l'énergie sous haute tension dans des districts éloignés, M. Pearce pouvait ainsi apporter les résultats de sa propre expérience dans l'examen de cette question. Il parle d'abord des différents types des sous-stations dont il a pu se rendre compte par lui-même et énumère les faits principaux qu'il a remarqués dans ces sous-stations. Les considérations qui peuvent déterminer le type spécial des appareils sont étudiées et peuvent être classées comme il suit : *a*) Traction ou éclairage; *b*) fréquence; *c*) système diphasé ou triphasé.

Prenant comme exemple le système triphasé avec des tensions de 5000 à 10 000 volts, M. Pearce étudie les matériels de transformation et de conversion et donne des descriptions de machines employées sur le chemin de fer du Nord-Est, sur la ligne électrique de Liverpool à Southport, dans la sous-station de Manchester. Il attire l'attention de ses auditeurs sur le démarrage des convertisseurs rotatifs, leur excitation, leur synchronisation, etc. L'étude de tous ces points de détail l'amènent à poser des conclusions générales.

La majorité des sous-stations ont pour but l'un ou l'autre des trois cas suivants : 1) réseau de traction; 2) réseau mixte traction et éclairage; 3) réseau à courant continu éclairage et force motrice.

Pour la première classe, il existe de très fortes raisons pour préférer des convertisseurs rotatifs fonctionnant à 25 périodes; leur rendement est au moins supérieur de 5 0/0 à tous les autres, ils peuvent supporter une surcharge plus considérable, tout cela contrebalance les désavantages qu'ils peuvent présenter.

Quant à la seconde classe, les moteurs générateurs synchrones fonctionnant à 50 périodes paraissent devoir remplir le mieux toutes les conditions requises, à savoir : facilité de réglage, fonctionnement satisfaisant en parallèle, peu ou pas de variation dans la tension; enfin ils peuvent aussi fonctionner sous un facteur de charge. M. Pearce fait remarquer qu'il lui semble que les désavantages de ces machines ont été souvent exagérés. Leur emploi très étendu aux Etats-Unis et leur accroissement continuel en Angleterre prouvent que, sous des conditions spéciales, leur adoption est justifiée.

Pour la troisième classe, il y a peut-être des difficultés assez grandes dans la question de décider entre les mérites respectifs des moteurs synchrones et des moteurs à induction. Il y a un gain d'environ 2 0/0 dans le rendement du moteur synchrone, mais ils ont des désavantages quand on les compare à leurs concurrents à d'autres points de vue. Pour des puissances de 500 kw et au-dessus, M. Pearce considère que l'un ou l'autre de ces deux types peut être employé avec avantage; pour les puissances inférieures, il serait bon, d'après lui, de combiner les deux systèmes, de manière à profiter de leurs avantages respectifs et de faire disparaître autant que possible leurs inconvénients. — A.-H. B.

Téléphonie sans fil au moyen des ondes hertziennes.

L'*Energia Electrica* de Madrid publie un compte-rendu de M. G. J. de Guillén Garcia à propos d'intéressantes expériences de téléphonie sans fil récemment tentées par ce dernier. Le dispositif qu'emploie l'inventeur espagnol comprend, dans le poste transmetteur, une bobine de Ruhmkorff donnant des étincelles de 3 cm de longueur, ainsi que l'oscillateur correspondant, une petite antenne et un conducteur mis à la terre. Entre le transformateur (dans l'espèce l'appareil Ruhmkorff) et une batterie d'éléments de pile Grenet se trouve un microphone d'une construction particulière, qui joue le rôle de manipulateur et d'interrupteur. L'interrupteur automatique de l'appareil d'induction prend la position de repos, lorsque l'on fait intervenir le condensateur pour renforcer l'étincelle de l'oscillateur. Dans le poste récepteur on rencontre un cohéreur Tommasi, lequel est naturellement relié à l'antenne réceptrice et au fil de terre. Un récepteur téléphonique permet de percevoir les bruits provoqués par les ondes hertziennes à leur passage au travers du cohéreur. Lorsque l'on chante ou parle dans le microphone du poste transmetteur, chaque onde sonore est accompagnée d'une interruption dans le passage du courant électrique par le circuit primaire du transformateur, ce qui fait varier le nombre des étincelles de l'oscillateur. On trouve là une certaine ressemblance avec le mode de fonctionnement d'un oscillateur ordinaire. M. de Guillén Garcia assure qu'il a jusqu'ici obtenu des résultats absolument satisfaisants dans la reproduction du chant, tandis que la reproduction de la parole laisse encore à désirer. Le point faible du dispositif ci-dessus consiste dans la difficulté de trouver un microphone convenable. Sans doute, en employant un condensateur et en élevant la différence de potentiel, l'inventeur espagnol a déjà remédié en partie aux inconvénients du microphone qu'il emploie actuellement, mais il n'a pu aller trop loin dans ce sens, car on a à redouter la formation d'arcs électriques. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

Paris. — L. de Soye et fils, impr., 18, r. des Fossés S.-Jacques.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 710 6 Août 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod**, *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 147-92). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier**, *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.*

AIGUILLAGE
A COMMANDE ÉLECTRIQUE

Il était en effet regrettable de constater que sur les lignes urbaines de tramways électriques, le conducteur, comme au bon vieux temps des tramways antiques avec chevaux, était encore obligé de descendre à chaque branchement de voie, de courir en avant son levier à la main et d'aiguiller péniblement au milieu des embarras de voitures. Avec la multiplicité des lignes, l'extension toujours plus grande qu'elles prennent dans toutes les villes, il était à souhaiter que l'on puisse enfin disposer d'un mode d'aiguillage automatique pouvant se commander de la plateforme de la voiture sans complication du coupleur. *L'Electrician* de Londres, nous apprend que M. S. Dixon et fils viennent d'imaginer un nouveau procédé fort ingénieux de commande électrique des aiguillages et qu'aussitôt l'application pratique en a été réalisée en plusieurs endroits, ce qui prouve amplement l'excellence de ce système.

Les changements de voie sont donc sous la commande directe du mécanicien, sans aucune adjonction supplémentaire aux dispositifs du coupleur, ni sans modification aux circuits de la voiture.

Dans une boîte en fonte B placée sur le trottoir (fig. 1), se trouve le mécanisme d'aiguillage; elle contient (fig. 2) un puissant électro-aimant ou solénoïde B_1 dont l'enroulement est approprié à la tension du courant d'alimentation. Le noyau-armature B_2 est relié mécaniquement à la pointe du rail, c'est-à-dire à l'aiguille D par la tige E; de plus, il porte un levier L dont l'extrémité se prolonge à l'extérieur pour permettre

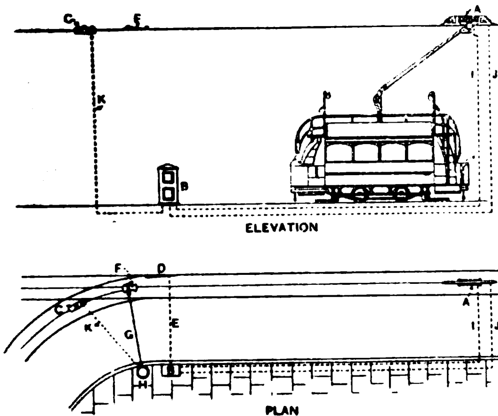


Fig. 1.

la commande de l'aiguille à la main lorsque cela devient nécessaire. Le fonctionnement de cet électro-aimant s'effectue par l'intermédiaire du relai-commutateur MN, disposé au-dessus dans la même boîte B. Ce commutateur comporte deux électro-aimants solénoïdes MN montés côte à côte et dont les noyaux-armatures sont réunis à un petit levier à bascule. A l'une des extrémités de ce levier se trouve le contact 4 isolé soigneusement et, à l'autre extrémité, un contrepoids réglable forme une sorte de balance et assure la sensibilité du relais. Il résulte de cette disposition des électros et des armatures que le commutateur-contact 4 est fermé lorsque l'électro M est excité et ouvert lorsque le courant passe par l'électro N.

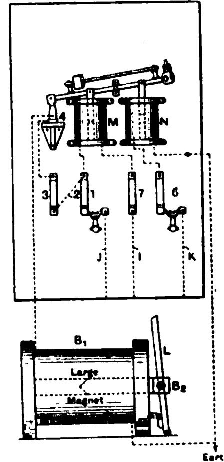


Fig. 2.

Les circuits intérieurs de la boîte B reliant les deux électros du relais et le grand solénoïde B_1 se complètent sur les trois lignes extérieures J I K par l'intermédiaire des lames 3. 1. 7. 6. De ces trois lignes extérieures le conducteur J aboutit au fil d'alimentation à l'extrémité d'une pièce isolante A du type à espace d'air, disposé sur ce fil à quelque distance du point d'aiguillage; le conducteur I est relié à la pièce isolante A; quant au troisième conducteur K, qui court le long du poteau H, il communique à un commutateur installé sur la ligne aérienne de branchement. Ces trois conducteurs rejoignent la ligne aérienne en passant dans les poteaux de support.

Voici maintenant comment s'opère le fonctionnement automatique de l'aiguillage. Si le mécanicien doit continuer sa route sur la ligne principale en approchant de l'embranchement, avant d'arriver à l'isolateur A, il coupe le courant par la manœuvre du coupleur, et ne le rétablit qu'après avoir franchi cet isolateur. Dans ce cas, aucun courant ne traverse les circuits I, J, l'appareil de la boîte B n'est pas excité et, l'aiguillage ne s'effectuant pas, le tramway continue sa route en ligne droite. Au contraire, pour venir sur la voie d'embranchement, le mécanicien ne touchant pas à la manette du coupleur, laissera le circuit fermé; dans ce cas, le courant passe par le fil J, arrive par la lame 1 exciter l'électro-aimant M, re-

tourne par la lame 7 et le fil L à la partie inférieure de la pièce A pour se rendre ensuite aux moteurs de la voiture et aux rails. L'électro-aimant M étant excité, l'armature basculante pivote, ferme le contact 4 et envoie une partie du courant de la ligne dans le grand électro de commande B_1 qui attire son armature et actionne la tige E de l'aiguillage. Dès que la voiture, s'engageant sur la voie d'embranchement, vient toucher par la roulette du trolley le commutateur C installé sur la ligne aérienne, le courant est envoyé par le fil K et la lame 6 de la boîte B à l'électro N; il en résulte que l'armature pivote en sens contraire et ouvre le contact 4 qui interrompt le circuit du grand électro-aimant B_1. L'aiguille, sollicitée par un ressort antagoniste, reprend sa première position. On le voit, rien n'est changé sur la voiture, et l'aiguillage s'effectue automatiquement sans manœuvre aucune de la part du mécanicien qui, pour suivre la voie principale, n'a qu'à couper le courant en passant au point A. Les seules adjonctions à la ligne extérieure consistent dans l'installation des trois conducteurs I, J, K et des pièces A et C. Les constructeurs de ce système d'aiguillage électro-automatique informent l'*Electrician* qu'ils offrent d'installer leurs appareils sur toutes lignes anglaises et d'en assurer le fonctionnement gratuit pendant une période de deux ans, ne réclamant, pour les indemniser, que la somme représentant les appointements des aiguilleurs dans ce temps de deux années. Déjà cinq de ces appareils ont été montés à Leeds, à Bradford et à Sheffield; Gloucester va également en munir ses lignes de tramways. A quand leur introduction en France?

Georges DARY.

APPAREIL CARCANO

POUR LA DÉTERMINATION DU FACTEUR DE PUISSANCE SUR LES CIRCUITS A COURANTS ALTERNATIFS

Nous empruntons à l'*Elektrotechnischer Anzeiger* les détails ci-après sur un appareil récemment construit par un inventeur italien, M. Carcano :

« Cet appareil est à zéro; il rend possible une détermination du facteur de puissance beaucoup plus exacte que celle fournie par les autres dispositifs de l'espèce, et cela par une simple lecture directe de la déviation de l'aiguille. Ainsi que le montre la figure 1, l'appareil en question se compose d'un disque mobile en cuivre S qui, de même que dans les appareils de mesure construits d'après le principe de Ferraris, peut se mouvoir dans le champ de deux électro-aimants.

L'électro-aimant O porte un enroulement parcouru par le courant de régime J; les enroulements de M et de N, montés en série, sont placés en dérivation et parcourus par un courant i. On se rend facilement compte que le disque de cuivre entre en mouvement lorsque des courants de phases différentes passent dans les

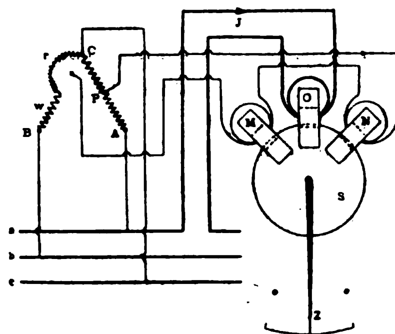


Fig. 1.

bobines M, N et O. Les courants créent naturellement un champ tournant, et ce dernier provoque, dans le disque S, des courants parasites; il résulte de cet état de choses un couple sous l'influence duquel le disque tend à tourner dans un sens ou dans l'autre. Si, sur l'axe du disque, on applique deux ressorts spiraux enroulés en sens contraire, l'aiguille Z effectue à gauche ou à droite des déviations que l'on peut maintenir, par des points d'arrêt, dans les limites voulues. Quand on crée une égalité de phase entre les courants J et i, l'aiguille revient à zéro. Le décalage φ entre J et la tension E qui crée ce courant n'est naturellement pas susceptible de réglage, car il représente la grandeur qu'il s'agit de mesurer; par contre, on peut modifier à volonté le décalage α entre le courant i des bobines de dérivation et la tension E, en réglant le rapport entre la self-induction et la résistance ohmique de ce circuit. A cet effet, on adjoint à l'appareil une résistance réglable à manette, qui permet de faire intervenir telle valeur de la résistance ohmique nécessaire pour toujours rendre le décalage entre J et i égal à zéro, c'est-à-dire pour que $\alpha = \varphi$. On peut inscrire des chiffres sur les contacts de cette résistance de réglage, afin que la position de la manette rende possible la lecture directe de la valeur du cosinus φ. La fig. 2 donne le diagramme vectoriel des grandeurs qui entrent en jeu. Pour chaque valeur φ on peut établir une concordance de phase, même sans rien modifier dans le circuit dérivé, si on ajoute cette valeur à une tension e décalée

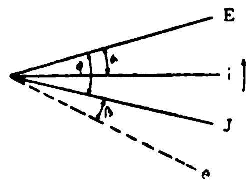


Fig. 2.

de phase vers E et si l'on fait l'angle β, entre *e* et J, égal à la différence φ — α, mais de signe contraire. Pour les courants triphasés et pour les autres systèmes polyphasés, cette méthode est particulièrement simple, car on dispose alors de plusieurs tensions décalées de phase l'une par rapport à l'autre. C'est cet emploi de plusieurs tensions qui constitue le principe de l'appareil représenté à la figure 1. On insère la bobine de courant principal O dans la phase *a*, et entre les phases a et *c* on place une résistance A C dont le centre est P; puis entre les phases *b* et *c* on dispose une résistance B C sans induction et d'égale grandeur dont la moitié *w* est invariable, tandis que l'autre moitié *v* est susceptible de réglage. Les bobines de dérivation M N sont branchées aux points K et P. Quand on change les points d'attache A B C, le décalage entre la tension *e* existante sur les bobines de dérivation et le courant principal J se trouve modifié, de telle sorte que l'angle de phase s'élève, au maximum, à + ou — 30°. Par suite, le courant de dérivation *i* reçoit, par rapport à J, ou une avance de 30 — α ou un retard de 30 + α. En modifiant la position de la manette K, on obtient alors une concordance de phase entre J et *i*, indiqué par le retour de l'aiguille Z au zéro. L'échelle de l'appareil, pour φ, se trouve donc limitée entre une avance d'une valeur de 30° — α et un retard d'une valeur de 30° + α. Comme on l'a dit plus haut, la lecture se fait sur une échelle graduée sur laquelle vient s'appuyer la manette K.

A. GIRON.

SITUATION DE L'INDUSTRIE ÉLECTROTECHNIQUE EN ITALIE

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* publie les informations suivantes qui lui parviennent de Milan :

La crise grave qui, en Italie également, pesait sur l'industrie électrique depuis deux années environ, semble avoir atteint son maximum d'intensité durant le premier semestre de 1903. A partir du second semestre de la même année, une amélioration sensible s'est manifestée aussi bien dans les importations de machines étrangères que dans les commandes confiées aux entreprises indigènes ; et, durant l'année courante de 1904, cette amélioration s'est encore accentuée. Les fabriques étrangères qui ont définitivement pris pied en Italie, sont : le groupe formé par la société « Allgemeine Elecktricitaets » de Berlin et la société Thomson-Houston ; la compagnie Siemens-Schuckert ; et enfin la maison Brown-Boveri de Baden (Suisse). Dans ces tout derniers temps, ayant enfin réussi à dissiper les défiances que l'on avait tout d'abord conçues envers leurs produits, les fabriques indigènes ont eu à enregistrer une reprise satisfaisante des affaires. Afin de pouvoir lutter plus efficacement contre la concurrence étrangère, les usines indigènes ont conclu un arrangement pour travailler en commun : aux fabriques milanaises Gadda et C° et Brioschi, Finzi et C°, associées depuis deux ans déjà, est venue s'adjoindre la Société électrique italienne de Turin. En vertu du traité qui lie entre elles ces entreprises, la gestion des affaires techniques et commerciales est exclusivement assurée par une commission formée des directeurs des trois sociétés. Cette commission reçoit les commandes et les répartit, pour l'exécution, entre les fabriques intéressées. Quant aux bénéfices nets, ils sont distribués à raison de 45 0/0 pour Gadda et C°, 22 0/0 pour Brioschi, Finzi et C° et 33 0/0 pour la Société électrotechnique italienne de Turin. Le capital social commun s'élève à 7 millions de francs ; les trois entreprises ci-dessus l'ont constitué par des versements respectifs de 4 millions, 1 500 000 et 1 500 000 francs. Les plus puissantes dynamos construites dans les ateliers Gadda ont été fournies à la société E. Conti de Milan pour son usine de San Pietro, près Bergame ; elles ont chacune une puissance de 2000 ch. En dehors de l'association ci-dessus, il n'existe en Italie aucune autre fabrique de machines électriques, car le seul établissement que l'on pourrait citer, la succursale de l'entreprise suisse Brown-Boveri qui s'est édifiée sur les ruines de la société milanaise Tecnomasio, n'a jusqu'ici construit que des instruments de précision, se bornant à envoyer à sa maison principale de Suisse les commandes en machines électriques qui lui sont confiées. Il faut encore signaler, pour donner une énumération complète, la maison Ansaldo-Armstrong de Gênes qui construit des dynamos. Avec le concours de la Banque Commerciale, du Crédit Italien, de la maison Gadda et C°, etc., s'est constituée à Milan la « Société hydraulico-électrique ligurienne » au capital-actions, complètement versé, de 2 500 000 francs. Cette dernière entreprise a pour objectif la mise en valeur et l'exploitation électrique de l'énergie hydraulique de plusieurs sources qui se trouvent au-dessus de La Spezzia et qui doivent fournir environ 3000 ch. Des marchés ont déjà été passés avec le gouvernement pour l'utilisation, dans l'arsenal, de la plus grande partie de cette énergie ; le reste doit être affecté aux tramways et à l'alimentation des services municipaux de la ville. Le projet comporte l'aménagement d'un lac artificiel, une installation hydraulique dont les turbines seront actionnées par une chute de 470 m de hauteur, ainsi que la construction d'une usine centrale qui renfermera cinq dynamos à courant alternatif, chacune de 1500 ch. Ces dynamos doivent être fournies par la maison Gadda et C° ».

A. G.

APPAREILS RŒNTGEN

POUR LES HOPITAUX MILITAIRES

Le *Mechaniker* signale la construction, par la société électrique « Sanitas » de Berlin, d'appareils Rœntgen spéciaux, destinés à trouver leur emploi en temps de guerre. Le journal allemand précité donne, de ce type qui a été adopté par les ambulances russes d'Extrême-Orient, la description ci-après :

« Chaque jeu des appareils en question se trouve logé dans trois solides caisses en bois, protégées par des garnitures en fer et pourvues d'anneaux servant à leur transport. Ces caisses sont construites si solidement et elles offrent un aménagement intérieur tel qu'une avarie ou une rupture de l'un des organes quelconques est rendue à peu près impossible.

« La caisse supérieure renferme la batterie d'accumulateurs, formée de six éléments dont les bacs sont en celluloïde. La capacité de cette batterie s'élève à 60 ampères-heure. En abaissant la paroi antérieure de la deuxième caisse (fig. 1), on met à découvert le tableau de distribution avec l'ensemble du dispositif commutateur. Comme le montre cette figure, la batterie d'accumulateurs se trouve reliée au tableau de distribution par des conducteurs souples. La bobine d'induction est placée derrière le tableau commutateur, au fond de la caisse. Le dispositif interrupteur, occupe le côté droit de la caisse et est accessible de l'extérieur, après ouverture d'un battant. Sur le couvercle de la même caisse est monté le support des tubes Rœntgen et des câbles qui se rendent de ces tubes à la bobine d'induction; les bornes d'attache de la bobine sont visibles sur ce couvercle. A droite, à côté de la caisse, on voit le cryptoscope contenant l'écran lumineux.

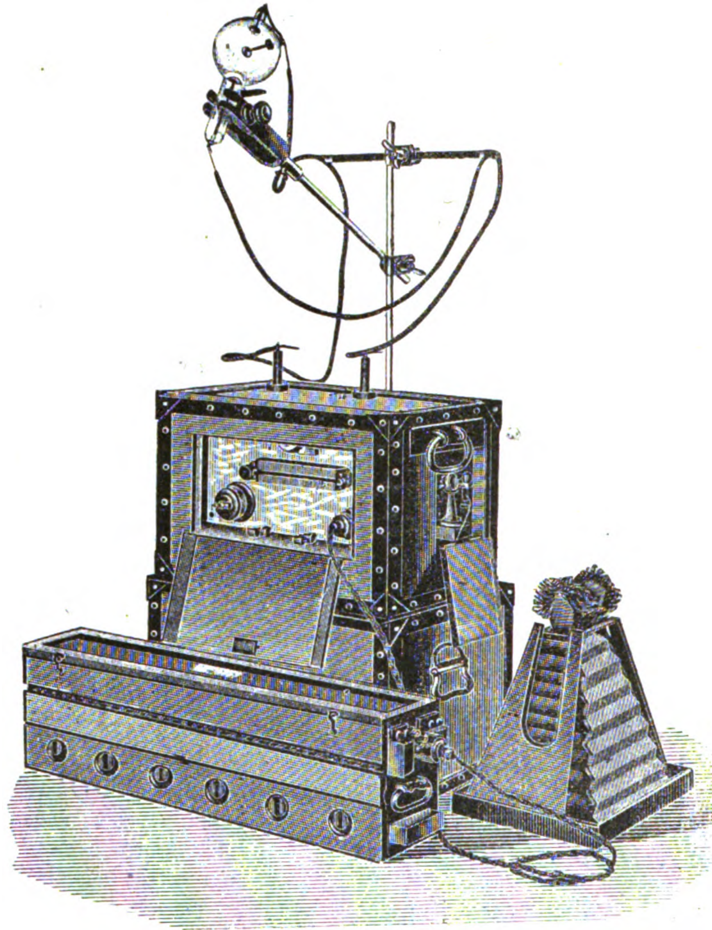


Fig. 1.

« Le support se replie sur lui-même, durant les déplacements. Il est logé sous le couvercle

de la caisse supérieure (fig. 2). L'intérieur de cette dernière caisse présente deux compartiments capitonnés avec soin, dans lesquels se placent les deux tubes Rœntgen; un troisième

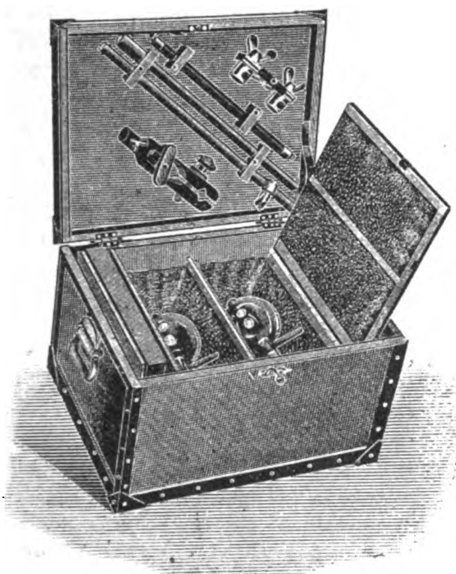


Fig. 2.

compartiment reçoit le cryptoscope qui se replie sur lui-même; enfin les produits chimiques nécessaires pour l'obtention des photographies et insérés dans de petits tubes, remplissent un quatrième compartiment. La batterie d'accu-

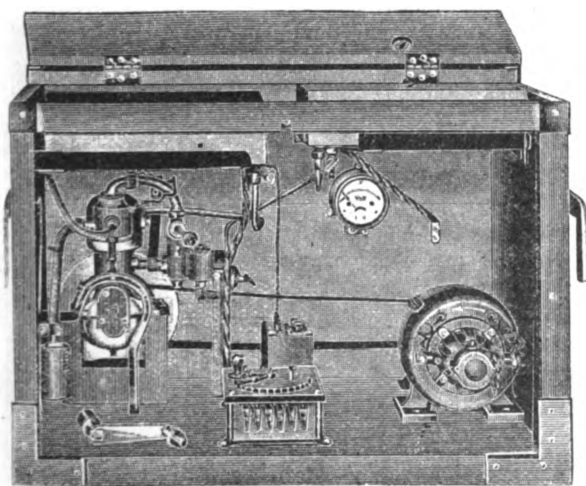


Fig. 3.

mulateurs reçoit sa charge d'un dispositif spécial placé dans une troisième caisse, également garnie de fer, que deux hommes soulèvent facilement au moyen de bâtons porteurs (fig. 3). La troisième caisse contient une machine dynamo et un moteur à essence. Le moteur, semblable à celui des automobiles, est pourvu d'une réfrigération d'eau et d'un allumage électrique automatique. Une résistance, avec manette de réglage, sert à régler la tension de la dynamo à 16 volts. La lecture se fait sur un voltmètre. »

G.

ESSAIS DE TRACTION A CONTACT SUPERFICIEL
EN ANGLETERRE

Les partisans des systèmes de traction électrique par contacts superficiels ne sont pas nombreux en Angleterre. Peut-être la principale raison de cet état de choses provient-elle de ce que les essais n'ont pas été suffisamment prolongés pour qu'ils soient probants. On sait bien qu'en Angleterre, comme d'ailleurs dans tous les pays où les tramways électriques sont nombreux, le système à trolley aérien n'a pas de rival sérieux. A Londres cependant, on peut constater la présence de longues lignes à caniveau souterrain et à Bournemouth également une petite section fonctionne maintenant d'après ce même principe, mais le prix très élevé d'installation et d'autres causes encore, empêchent son application. Nous ne pouvons toutefois dire que les villes de provinces se prononcent unanimement avec enthousiasme pour le trolley aérien, car ce ne serait pas tout à fait la vérité, car le trolley avec ses lignes et ses poteaux ne serait peut-être pas adopté d'emblée si quelque autre système, même un peu plu s coûteux, pouvait procurer les mêmes avantages et présenter les mêmes qualités de rendement, d'économie de fonctionnement, de sécurité, etc. Beaucoup de villes qui se déclaraient catégoriquement opposées au trolley il y a sept ou huit ans se sont peu à peu décidées à en faire de timides applications, mais il y en a encore un petit nombre d'irréductibles; parmi celles-ci Wolverhampton tient la tête. Son opposition ne prend pas une forme retardataire comme dans certains centres qui s'obstinent à garder le vieil omnibus à chevaux pour ne pas adopter la traction électrique qui présente à leurs yeux de graves inconvénients; Wolverhampton a appliqué le système à contact superficiel Lorain sur 11,5 milles de voie et après un essai de douze mois, après de tumultueux débats et de nombreuses critiques, cette ville étend son réseau sur sept milles supplémentaires que l'on termnie actuellement. Le fonctionnement de ces lignes Lorain a été naturellement surveillé de très près par les ingénieurs-électriciens anglais à cause de leur différence avec les autres lignes existantes et aussi par suite des critiques qu'on leur avait opposées.

Mais il n'y avait pas eu encore de faits très précis et d'observations détaillées avant aujourd'hui, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'on ait pu faire ample

examen des résultats obtenus. M. E. Shawfield, l'ingénieur électricien de la ville qui avait sous sa responsabilité le contrôle et la construction des lignes depuis le début, a réuni un certain nombre de faits et de chiffres intéressants dans un travail présenté à l'association municipale d'électricité de Derby. Le principal objet de ce travail est d'examiner « les possibilités pratiques de la traction électrique par contacts superficiels » et il n'y avait personne qui pût être plus compétent en pareille matière dans toute l'Angleterre, de même qu'aucun autre ingénieur n'avait pour en parler, plus d'expérience que M. Shawfield. Il ne discute pas les mérites comparatifs des différents systèmes à contacts superficiels qui ont été préconisés et appliqués de temps à autre, il fait plutôt des comparaisons entre le trolley et le contact. Cette comparaison est établie par les principaux points suivants; (*a*) Sécurité aux hommes et aux animaux; (*b*) facilités de fonctionnement; (*c*) coût de fonctionnement et de surveillance; (*d*) coût d'installation; (*e*) obstruction au trafic et encombrement désagréable des rues.

Au point de vue de la sécurité, M. Shawfield déclare qu'une seule source de danger peut être examinée à savoir, le choc électrique, tous les autres risques étant communs à la traction électrique. La seule partie de l'appareillage exposée au public et d'où un choc peut résulter sous certaines conditions est le plot métallique, et il ne sera excité (excepté sous la voiture) que dans le cas de quelque dérangement, défaut ou avarie survenus au mécanisme dont il dépend. M. Shawfield donne une analyse des défauts relevés dans les boîtes pendant les douze mois d'essais. Un total de 109 boîtes furent trouvées plus ou moins fortement excitées pendant cette période, 59 d'entre elles présentaient une force électromotrice de plus de 50 et de moins de 500 volts. Après avoir divisé les boîtes en deux sections en dessus et en dessous de 50 volts, il a trouvé qu'il était tout à fait impossible à une personne ou à un animal d'éprouver la plus légère sensation de choc au contact d'une boîte donnant 50 volts en moyenne et que dans de très rares cas il pût résulter un choc d'un contact avec une boîte ayant moins de 100 volts.

Sur les 109 boîtes défectueuses, dans neuf cas les troubles provenaient de l'humidité par suite d'infiltration de l'eau sous la tête du plot; cet effet provient du manque de soins dans la pose qu'il est très facile d'éviter. Quant aux 100 boîtes restantes, les défauts étaient le résultat de détérioration à l'intérieur des plots par suite de courts circuits répétés. Ces courts circuits étaient causés par des fragments de fer venant à la fois au contact du sabot collecteur et du rail de jonction aux embranchements et aux changements de voie. Par suite de ces courts cuicuits répétés, l'intérieur du sommet de la calotte brûle et se carbonise et perd ainsi ses propriétés d'isolement: en conséquence le plot reste excité sous une tension qui s'approche de très près de la tension de la ligne. M. Shawfield a réalisé quelques expériences qui montrent que le degré de détérioration de la calotte dans le cas d'un court circuit dépend entièrement de la rapidité de fonctionnement de l'interrupteur commandant le feeder d'alimentation. Quand le tableau de distribution fut installé à la station centrale, la possibilité d'employer le contact superficiel ne fut pas envisagée par la commission des tramways et les interrupteurs des feeders des tramways étaient spécialement établis pour donner une interruption relativement lente dans le but de prévenir l'élévation de tension qui est fréquemment causée par la soudaine rupture d'un circuit inductif. Or l'expérience a démontré que c'était là le plus mauvais type d'appareil que l'on pouvait choisir avec l'emploi du contact superficiel, car il permet au courant intense dû à un court circuit de passer pendant un temps suffisamment long pour provoquer la naissance d'un arc entre les contacts de charbon à l'intérieur du plot, ce qui amène toujours la carbonisation de la calotte et quelquefois la fusion du ruban de cuivre. M. Shawfield s'occupe de remplacer les interrupteurs primitifs par d'autres d'un type nouveau qui donnent une interruption plus rapide avec souffleur magnétique et il a trouvé que, facilement avec 600 ampères, les barres omnibus peuvent être mises en court circuit très rapidement un grand nombre de fois sur les plots sans provoquer de dommages dans ceux-ci; il y a donc tout lieu de croire qu'avec le changement des interrupteurs on réduira considérablement à l'avenir le nombre des boîtes défectueuses.

Les détériorations dues aux courts circuits sont plus nombreuses en été qu'en hiver, car la voie est plus sèche et les légers fragments de fer sont plus facilement enlevés par l'électro que lorsque la voie est couverte de boue et d'eau. A Wolverhampton, on compte seulement un cas de choc causé par un plot ayant eu des résultats sérieux; en février dernier, un mouton et un chien furent électrocutés en touchant un plot défectueux. M. Shawfield, d'après des expériences et des observations récentes, incline à penser que les chevaux (malgré leurs fers) sont beaucoup moins sensibles à un choc provenant d'un plot métallique sur lequel ils marchent qu'à celui communiqué par un conducteur chargé venant à tomber sur eux. M. Shawfield a eu plus d'une fois l'occasion d'observer le cas d'un piéton marchant sur un plot chargé à 500 volts, et en demeurant complètement indemne. Après s'être reporté à plusieurs accidents résultant, dans certaines villes, de chutes de conducteurs chargés, M. Shawfield, conclut qu'en matière de sécurité l'avantage appartient absolument à un système de contact superficiel pourvu qu'il soit *soigneusement établi.*

Au point de vue de la régularité de fonctionnement, l'auteur donne certains chiffres relatifs aux arrêts, pendant l'année, dus aux avaries dans l'appareillage des lignes de Wolverhampton; il compte 3,3 voitures-mille sur 10 000 parcours complets et il considère ce résultat comme un record de régularité de service qu'il est difficile de surpasser, surtout si l'on se souvient que pendant deux mois le fonctionnement a eu lieu avec de la neige. Quant au bon marché, il est admis que pour l'exploitation et l'entretien, il n'y a pas un système de traction qui puisse rivaliser avec le trolley aérien. A Wolverhampton, la consommation de courant par voiture-mille a été plutôt grande, soit une moyenne de 1,5 unités. Il est généralement admis que la consommation de courant additionnel due au poids d'un matériel Lorain est approximativement de 0,13 unité par voiture-mille, soit environ 19 0/0 de plus qu'avec le système à trolley aérien.

Après avoir brièvement parlé des questions de l'installation, de la commodité des systèmes par rapport à l'encombrement des rues, M. Shawfield émet les conclusions suivantes déduites de ses observations sur les lignes de Wolverhampton.

(*a*) Un système à contact superficiel bien construit et soigneusement établi est supérieur au trolley aérien quant aux points de vue sécurité, régularité, esthétique et obstruction à la circulation;

(*b*) Le système aérien est meilleur marché quant au coût d'installation et au coût annuel d'exploitation et d'entretien;

(*c*) Pour les réseaux où un bas prix initial et des charges annuelles peu élevées sont nécessaires, spécialement pour des chemins de fer légers et dans des districts populeux, le trolley aérien doit être préféré.

(*d*) Dans beaucoup de grandes villes, les villes d'eaux et les centres d'excursions ou les séjours luxueux, le contact superficiel présente de sérieux avantages et doit être préféré au trolley aérien.

A.-H. B.

A PROPOS DE LA NOTE DE M. DARY

SUR LES COURANTS TELLURIQUES

Me trouvant dernièrement au bout du tronçon construit de l'audacieux chemin de fer qui gravit la majestueuse Jungfrau, nous ressentîmes d'abord, mon compagnon et moi, le désir de poursuivre l'ascension, mais, en présence de cette masse gigantesque de glace et de rochers, nous nous sentîmes pris d'un sentiment de respect et d'une sorte de vénération qui nous empêcha un moment de poursuivre une ascension qui nous apparaissait désormais comme une profanation et même un peu comme un sacrilège.

C'est un sentiment analogue que j'ai ressenti en lisant, dans l'*Electricien* du 9 juillet, les lignes de M. Dary, le savant secrétaire de la rédaction de l'*Electricien*, qui, depuis de longues années, s'occupe des courants telluriques. Néanmoins, toutes réflexions faites, l'amour de la vérité et le désir de mettre au point les choses qui s'en écartent, m'ont décidé à entreprendre quelques lignes de réponse pour expliquer les malentendus auxquels M. Dary fait si courtoisement allusion.

Le but de ma conférence a été de démêler le chaos, comme M. Dary l'a appelé à plusieurs reprises, qui règne dans les connaissances des courants telluriques et de démontrer que les courants telluriques constants, non seulement *peuvent être*, comme on l'a avancé à plusieurs reprises, mais *sont* et ne peuvent être dus qu'à un effet cosmique, car leur constance ne peut s'expliquer autrement.

Quoique je n'aie rien à revendiquer — mon but unique étant la recherche de la vérité — M. Dary, avant de soulever des questions de priorité à mon modeste avis, absolument inopportunes, aurait pu lire ma conférence publiée *in extenso* avec 15 figures, dans le numéro du 15 juin du *Bulletin de la Société belge d'astronomie*. Il aurait pu non seulement y distinguer ce qui m'est personnel, mais aussi voir que les indications bibliographiques qu'avec trop d'amabilité il veut me donner, sont citées au bas des pages de ma conférence. C'est précisément tout ce qui a été publié dans l'*Electricien* qui a servi de base à ma conférence. Je me suis même, au cours de la discussion, référé à plusieurs reprises à l'autorité de M. Dary, notamment pour l'hypothèse d'Ampère.

Je dois pourtant remarquer que si les choses se passaient comme M. Dary prétend que les savants les ont déterminées, je me trouverais pourtant avoir fait de réelles grandes découvertes sans le vouloir et le savoir d'ailleurs.

D'abord, une rectification à propos d'un fait observé. D'après M. Dary, les savants auraient constaté que « la résultante des courants telluriques est dirigée de l'*est à l'ouest* ». Parmi les savants qu'il cite se trouve M. Blavier, l'auteur du plus grand nombre d'expériences méthodiques sur les courants telluriques. Voici les conclusions de de ce savant (H. Thomas, *Traité de télégraphie électrique*, Paris, Baudry et Ce 1894, p. 221).

« On trouve ainsi que la direction du courant tellurique est à peu près du *nord-ouest au sud-est*. Elle fait avec le méridien géographique un angle d'à peu près 70°, avec le méridien magnétique un angle d'environ 56°. Cette direction subit d'ailleurs de faibles, mais continuelles variations. C'est d'ailleurs de l'ouest à l'est que le courant tellurique doit se diriger si c'est bien lui, comme Ampère en a émis l'hypothèse et comme je le crois, qui fait dévier l'aiguille aimantée. Si M. Dary considère que : 1° dans notre cas le conducteur parcouru par le courant, c'est-à-dire la terre,

se trouve au dessous de l'aiguille aimantée et que 2° c'est le pôle nord de la boussole et non le pôle sud qui se dirige vers le sud de la terre, il trouvera dans mon affirmation une application pure et simple de la loi bien connue d'Ampère, loi qui serait inapplicable si, comme M. Dary le prétend, le courant tellurique se dirige de l'est à l'ouest.

Quant à la double induction, elle doit intervenir :

1° Si le courant tellurique constant est dû à un effet cosmique, — ce qui est indéniable, — et s'il se dirige de l'ouest à l'est, comme l'expérience le montre. Si la double induction n'existait pas, la loi de Lenz ne serait pas respectée ;

2° Parce qu'il est bien établi que c'est l'atmosphère qui induit le courant tellurique (expériences de Palmieri) ;

3° Parce que l'expérience prouve que les courants électriques de l'atmosphère sont de sens contraire à ceux de la terre (je n'ai pas en ce moment présent à la pensée l'auteur ou les auteurs de cette dernière constatation).

J'avoue ne pas comprendre la portée de la note de M. Dary quand il dit que ce que j'avance peut être une *hypothèse* et non une *théorie*. Qu'est une théorie? M. Dary le définit très bien en disant que ce sont des lois qui peuvent se compléter et s'affermir par les bases solides de l'expérience. Or toutes les expériences nécessaires dans notre cas ont été faites. Le seul reproche que M. Dary puisse me faire, c'est que je n'en sois pas l'auteur. Est-ce un mal quand elles ont été faites par des savants illustres tels que Blavier, Lenz, Palmieri, etc. ? Ces savants ont expérimentalement prouvé tout ce qui est nécessaire à ma théorie, ou, si M. Dary le préfère, à la théorie de ceux qui pensent comme moi.

Les connaissances humaines embrassent un domaine si vaste que si chacun devait reprendre pour son compte les expériences sur lesquelles elles sont basées, une vie ne suffirait pas à en effectuer la millionième partie. Heureux les chercheurs théoriques et pratiques qui peuvent se servir dans leurs travaux des connaissances acquises par leurs prédécesseurs au prix de labeurs sans fin, et parfois de sacrifices si grands que l'humanité serait ingrate de n'en pas tenir compte et de les dédaigner.

Emile GUARINI.

LA LAMPE A ARC « MAGNÉTITE »

Par Charles PROTEUS-STEINMETZ (1)

Tandis que l'on obtient dans la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique des rendements très élevés, puisque les valeurs de 90 à 95 0/0 sont normales en ces matières, les rendements des méthodes actuelles ordinaires de production de la lumière au moyen de l'énergie électrique sont extrêmement faibles : ils atteignent à peine 2 0/0 seulement dans la lampe à incandescence et parfois 5 0/0 dans la lampe à arc.

Il faut chercher la raison de ces faits dans l'intervention de la chaleur comme agent intermédiaire de transformation de l'énergie, intervention auxiliaire qui a pour conséquence inévitable la faiblesse des rendements.

Un laboratoire électro-chimique a été établi depuis plusieurs années déjà par la General Electric Company à Schenectady, dont le but est de trouver des méthodes plus rationnelles de production de la lumière.

Un des résultats des travaux de ce laboratoire est la construction de la lampe à arc à magnétite.

La source de lumière connue jusqu'à présent comme ayant le meilleur rendement était l'arc au charbon à l'air libre ; mais ce rendement est dû à la température extrêmement élevée et, par suite, au grand éclat du cratère incandescent de charbon ; quant à la lampe à arc en vase clos, elle produit très peu de lumière au cratère. Sa lumière provient en grande partie de la flamme de l'arc, mais celui-ci a une coloration violette peu agréable.

De notables perfectionnements quant au rendement ont été apportés ces dernières années aux lampes à arc à l'air libre par l'addition aux charbons de sels métalliques, tels que le fluorure de calcium ; ces sels se vaporisent dans l'arc et le rendent lumineux. On augmente ainsi le rendement ; mais, comme toutes ces substances produisent de la fumée ou des poussières dont il faut se débarrasser, le charbon ne peut pas être enfermé à l'abri de l'air, et les charbons à flamme donnent ainsi un arc brûlant très rapidement et nécessitent, par conséquent, de fréquents renouvellements des charbons.

Dans ces recherches sur les charbons à flamme, pour lesquelles une somme considérable de travail a été dépensée, la substance colorant l'arc est ajoutée au positif parce qu'il est le plus chaud et parce que l'évaporation y est plus rapide qu'au pôle négatif. Lorsque l'arc est employé de cette manière, les composés de calcium seuls semblent donner un très bon rendement, et ce sont les plus employés. Cette lumière est d'une couleur rouge jaunâtre.

Malgré un rendement beaucoup plus élevé,

(1) Extrait de *l'Electrical World and Engineer* du 21 mai 1904.

acheté par la courte durée et la coloration spéciale, les arcs à flamme ne me semblent pas remplir toutes les conditions d'un éclairage de nature à lutter complètement avec l'arc en vase clos actuel pour l'éclairage public. En effet, les conditions fondamentales à remplir par un système nouveau, qui le rendraient supérieur à la lampe à arc actuelle pour l'éclairage public, seraient, à mon avis, en dehors du rendement très élevé, la longue durée et la coloration blanche normale de la lumière.

Sans doute des lumières diversement colorées peuvent trouver certaines applications pour des effets décoratifs, mais pour remplacer la lumière du jour pendant la nuit, une lumière blanche est très désirable; cette qualité devient nécessaire lorsqu'on a à juger les valeurs des couleurs.

La condition de longue durée, dans un arc à air libre, exclut l'emploi du charbon pour les électrodes, et il fallait trouver quelque autre conducteur de courant approprié à la production de l'arc à flamme blanche.

Une matière qui, dans l'électrode d'une lampe à arc, remplacerait le charbon employé à présent, constituerait un progrès essentiel dans l'art de l'éclairage; elle est difficile à trouver parce qu'elle doit remplir les conditions théoriques suivantes :

Elle doit être bonne conductrice à l'état solide et ses vapeurs doivent être conductrices de l'arc ;

Elle doit être peu ou pas combustible pour donner un arc de longue durée;

Elle doit donner un spectre de grand éclat, c'est-à-dire un arc de haut rendement;

La lumière doit être distribuée à peu près uniformément dans toute l'étendue du spectre, c'est-à-dire qu'elle doit être blanche.

La matière répondant le mieux à ce programme est la magnétite, ou oxyde noir de fer, un des minerais de fer les plus communs; cette substance présente les qualités caractéristiques requises.

Par des études très longues des phénomènes qui se produisent dans l'arc électrique émanant d'électrodes différentes, on a trouvé que la matière qui conduit l'arc à flamme a pour origine l'électrode négative, d'où il s'échappe comme un souffle très rapide qui, en frappant le positif, produit de la chaleur, Si, par conséquent, l'électrode positive ne peut rayonner cette chaleur, elle devient plus chaude que l'électrode négative, et c'est ce qui se produit normalement dans l'arc au charbon.

Si donc, dans l'arc au charbon, l'électrode positive se consume plus rapidement, c'est en raison de la chaleur plus grande produite à ce point. C'est aussi pour cela que l'on introduit des substances colorant l'arc dans l'électrode positive des lampes à arc à flamme. Ces substances sont introduites dans l'arc par évaporation, et à l'électrode positive plus chaude, l'évaporation est plus active.

Une observation superficielle de ce fait a conduit à la fausse conception que l'électrode positive entretiendrait l'arc, tandis qu'en réalité elle n'a pas d'influence directe sur le phénomène de l'arc; mais le spectre observé dans l'arc ordinaire est celui de l'électrode négative, sauf lorsqu'une matière ayant un degré de vaporisation moins élevé que la température de l'arc à flamme est introduite dans celui ci.

Si l'électrode positive est rendue suffisamment grande et assez conductrice de la chaleur pour la rayonner au fur et à mesure de sa production, elle ne doit pas s'user; mais la matière de l'électrode négative vient se déposer sur la positive. C'est ce qui se produit avec la magnétite se déposant sous forme de gouttelettes sur la positive en cuivre, lorsque, dans les essais, cette dernière est rendue assez volumineuse.

En donnant, par conséquent, à l'électrode positive un pouvoir rayonnant de chaleur suffisant pour ne pas la rendre trop chaude, mais suffisamment chaude pour éviter le dépôt de matière sur celle-ci, on obtient une électrode positive ne se consumant pas, tout en ne provoquant pas de dépôt.

C'est le cas de la lampe à arc à magnétite.

Dans celle-ci, l'électrode négative ou inférieure est la seule constituée en magnétite, et aussi la seule électrode à remplacer. L'électrode positive ne s'use pas; elle est formée d'un segment de cuivre qui constitue une partie permanente de la lampe.

Les métaux du groupe de fer donnent un arc de flamme brillant, de très haut rendement et de lumière blanche.

Pour obtenir une longue durée, les métaux qui sont combustibles ne conviennent pas bien; en revanche, un oxyde stable de ces métaux doit être employé utilement, puisqu'un tel composé n'est pas susceptible de nouvelle oxydation.

Parmi les oxydes conducteurs, la magnétite remplit le mieux les conditions d'un conducteur de l'arc à flamme, puisque c'est un bon conducteur, stable à toutes températures, très abondant dans la nature, et donnant un arc blanc de haut rendement.

La magnétite pure n'est cependant pas tout à fait satisfaisante, car son rendement lumineux n'est pas fort élevé. Il est à peine le double de celui de l'arc au charbon ordinaire; l'arc tend à vaciller, et la consommation de l'électrode est encore relativement élevée : elle atteint 3 mm par heure. Cette consommation, quoique beaucoup plus faible que celle des charbons à flamme, qui est de 25 à 30 mm par heure, pourrait cependant donner une durée de 50 à 60 heures en usant de la longueur normale d'électrode adoptée pour la lampe à arc à magnétite, soit 200 mm.

Pour améliorer le fonctionnement, la magnétite employée comme conducteur de l'arc à flamme est additionnée d'autres produits en petites quantités, dont le rôle consiste à donner de la fixité à l'arc. Les composés de titane ajoutés à la magnétite ont la propriété d'augmenter le rendement.

Dans la fabrication de ces électrodes d'arc à magnétite, en réduisant partiellement la matière employée, on obtient une plus grande densité et ainsi une plus grande quantité de matière avec la même longueur d'électrode, ce qui donne une durée plus grande. Cette réduction partielle a cependant le désavantage que, si elle n'est pas poussée assez loin, elle laisse une électrode poreuse et d'une durée relativement courte, tandis que si elle est poussée trop loin, elle tend à donner de l'instabilité à la lumière, qui devient faible et bleue toutes les fois que l'arc frappe une partie métallique, et, dans ce cas, il s'en échappe des étincelles brillantes, formées de particules incandescentes qui peuvent fendre le globe extérieur.

Une méthode de beaucoup supérieure pour produire des électrodes a été réalisée en ne réduisant pas la matière, mais en y ajoutant un retardateur, c'est-à-dire une substance qui, ajoutée en petite quantité à la matière de l'électrode, réduit la consommation.

Ainsi, sans aucune perte de rendement, des taux de consommation d'environ 1 mm par heure sont obtenus, ce qui donne une durée de 150 à 200 heures pour l'électrode de 200 mm.

Avec un très petit sacrifice sur le rendement, une durée de 300 à 600 heures est obtenue, et une électrode de ce genre a pratiquement la même durée qu'une lampe à incandescence, c'est-à-dire que la lampe à arc de ce type n'exige pas plus d'entretien que la lampe à incandescence de 600 heures de durée.

Ce dernier point cependant, bien qu'évidemment précieux dans des cas où l'entretien est difficile, par exemple pour des lampes mises dans des places inaccessibles, ou durant des grèves prolongées, est relativement moins utile pour l'éclairage public, puisque, en se bornant aux renouvellements, il conduirait à une durée de deux mois. Or, une lampe d'éclairage public doit normalement être examinée plus souvent que cela en pratique

Une solution simple et satisfaisante est donnée par une électrode constituée par la matière comprimée en poudre impalpable dans un mince tube de fer qui est ensuite soudé au bout par l'arc.

Dans la lampe à arc à charbon ordinaire, la lumière provient du cratère incandescent du charbon positif, et non de la flamme de l'arc.

Dans un tel arc, on pourrait théoriquement réduire la longueur de l'arc autant que possible, sans pour cela empêcher l'émission de la lumière du cratère. Dans l'arc à magnétite, au contraire, la lumière ne provient pas des électrodes. mais elle provient entièrement de la flamme de l'arc : un arc de 18 à 28 mm paraît avoir les rendements maxima.

D'autre part, pour donner un volume constant de lumière, la longueur de l'arc doit être constante. Ces considérations ont conduit à la réalisation d'un mécanisme tout différent du système différentiel ordinaire de la lampe à arc, et beaucoup plus simple. Le système d'alimentation se borne à maintenir la longueur de l'arc constante.

Le fonctionnement de la lampe à arc à magnétite est par conséquent le suivant : lorsque le courant est envoyé dans la lampe, l'arc est formé en séparant les électrodes jusqu'à une distance déterminée, soit 22 mm; à ce moment, les électrodes sont calées dans la position de service et restent fixées jusqu'à ce qu'après environ une heure, par la consommation de l'électrode négative, la longueur de l'arc et par suite la tension entre bornes aient augmenté suffisamment pour agir sur le mécanisme de réglage qui ramène l'arc à sa longueur primitive.

Traduit et résumé par Léon Versé,
Ingénieur-électricien à Bruxelles.
(*Bulletin de la Société belge d'électriciens*).

LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES DE MINES

M. W.-L. Affelder, directeur des mines de charbon de Mosgrove P., a fourni, dans un

récent article publié par « Mines and Minerals », une étude sur le développement de la traction électrique dans les mines, que nous croyons intéressant d'analyser ici.

Après avoir indiqué les débuts pénibles de cette importante application et signalé, en particulier, l'opposition que rencontra, de la part du personnel, l'introduction du trolley, l'auteur constate que l'introduction de ce mode de traction dans de nombreuses usines est la meilleure preuve que les services qu'il peut rendre compensent bien au delà les inconvénients qu'il peut présenter. L'expérience a démontré que le fil de trolley n'est pas aussi dangereux qu'on le supposait, d'autant que la tension est rarement supérieure à 250 volts. D'ailleurs, quand le plafond de la galerie est suffisamment élevé, ce fil peut être placé hors de la portée des hommes et des animaux qui y circulent; s'il est bas, l'habitude est vite prise d'éviter de le toucher, même pour les animaux.

Fig. 1.

La locomotive consiste essentiellement en un long châssis de fonte à l'intérieur duquel sont logés les moteurs et le mécanisme. Le courant est pris sur un fil de cuivre sur lequel vient frotter le trolley qui l'amène au coupleur et de là aux moteurs; le circuit est fermé par les rails qui sont reliés électriquement. Les moteurs attaquent les essieux par engrenages. Suivant la largeur des galeries, les roues sont placées en dehors ou en dessous du châssis. La vitesse de ces locomotives varie de 10 à 15 km à l'heure.

L'auteur cite une locomotive de 10 tonnes pour voie de 75 cm qui a été installée, il y a un an et demi, dans la mine de Mosgrove et qui depuis n'a pas eu une seule interruption de service. Pendant cette période, elle a remorqué 150 000 tonnes de charbon et les frais d'entretien ne représentent pas 0,05 fr par tonne transportée. Le profil des galeries est cependant très accidenté, comme on peut le voir par la figure 1; les trains remorqués comportent de 20 à 30 wagons et parfois 35.

La locomotion électrique dans les mines comporte maintenant la formation des trains que la locomotive va chercher sur place et distribue une fois que les wagons ont été vidés. Le type de locomotive destiné à ce service est plus bas et plus court que les locomotives-remorques. Ces locomotives emploient également le trolley, sauf dans les chambres de coupe à l'entrée desquelles la perche est reliée à un câble souple isolé qui pénètre dans la chambre et qui est lui-même fixé au fil du trolley; dans ce cas, le retour du courant se fait comme dans les galeries par les rails.

En 1899, la traction par troisième rail a été introduite dans la mine de Harder et Hafer Company de Chicago, dans la Star City (Ind.) et a pleinement réussi.

Fig. 2.

Le troisième rail est placé entre les deux rails de la voie à 12 cm du centre.

On a établi trois modèles de troisième rail. Nous décrirons ici le plus employé dont les détails sont représentés par la figure 2.

Une pièce de bois de sapin F de 16 cm sur 45 cm est fixée sur les traverses de façon que son axe soit à 12 cm du centre de la voie. Sur cette pièce formant sommier, sont placés à intervalles de 45 cm des cales en sapin E, d'épaisseur suffisante pour permettre de suré-

lever le troisième rail d'environ 10 cm au dessus des rails de la voie. Deux lattes de bois de sapin D, de 6,5 × 4 cm, sont fixées longitudinalement sur ces cales de façon à laisser entre elles un intervalle de 4 cm environ. C'est sur ces bandes préalablement dressées qu'est placée la pièce de fer C constituant le rail proprement dit. C'est une bande de fer plat ayant 10 cm de largeur et 15 mm d'épaisseur qui est perforée de trous carrés de 40 mm. Cette bande est placée par morceaux de 5 m de longueur qui sont réunis par des plaques perforées J fortement boulonnées. Le troisième rail est recouvert en partie avec les pièces de bois (DD), de façon à ne laisser libre que la largeur correspondant à la partie perforée. L'isolement du troisième rail est ainsi assuré par son montage même.

La locomotive porte deux roues dentées A fixées sur le même essieu que les roues portantes H dont la denture vient s'engager dans les perforations du rail en passant entre les deux bandes de bois protectrices (DD).

A. Bainville.

L'INSTALLATION HYDRAULIQUE ET ÉLECTRIQUE

DES DOCKS DE MIDDLESBROUGH

Dans un travail présenté au congrès de l'Institution des ingénieurs mécaniciens de Chicago, M. Vincent Raven relève certains points intéressants de l'installation importante qui a été réalisée aux Docks de Middlesbrough sur la ligne du chemin de fer du Nord-Est et résume les essais comparatifs des appareils électrique et hydraulique qui, fonctionnant côte à côte, ont pu ainsi servir de point de départ à une étude instructive. Les qualités respectives des deux sources d'énergie ont permis d'apprécier la valeur de l'une et de l'autre et de calculer l'économie qui pouvait résulter de leur application.

Lors de la construction des docks, il y a quelque dix ans, on disposait de grues à vapeur et d'une petite station hydraulique pour la manœuvre des portes et des écluses. En 1900, à la suite de travaux d'agrandissement, on installa des grues hydrauliques et en même temps fut montée une station électrique pour l'éclairage. Enfin il fut décidé tout récemment d'abandonner les grues à vapeur, de les remplacer par des grues électriques et en conséquence d'agrandir la station centrale. L'ensemble des travaux fut donc adjugé à deux maisons différentes. MM. Siemens frères de Woolwich furent chargés de la partie électrique et MM. Carrick et Wordale de Gateshead sur Tyne de la partie hydraulique.

La station génératrice comprend trois groupes formés de moteurs verticaux Bellis et Morcom à grande vitesse de 360 ch chacun accouplés directement à des dynamos Siemens de 240 kw sous 430 volts à la vitesse angulaire de 380 révolutions par minute. Le tableau de distribution se compose de 4 panneaux en marbre pour les machines, d'un panneau pour les feeders et d'un panneau pour l'éclairage. L'enroulement shunt de chaque dynamo est relié à un commutateur sur le tableau et ces commutateurs shunts sont fermés sur leurs commutateurs principaux correspondant de manière qu'il est impossible d'interrompre le circuit d'excitation de l'une des machines sans que l'induit soit mis hors circuit ou *vice versa*.

Les trois machines hydrauliques sont du type marine à triple expansion; quant aux trois pompes de compression, elles sont du type ordinaire bélier, chacune pouvant fournir 1360 l d'eau par minute; elles sont alimentées à l'aide d'un vaste réservoir d'une capacité de 54 360 l par l'intermédiaire de deux accumulateurs hydrauliques. Les deux ensembles de machines électriques et hydrauliques peuvent travailler avec condenseur ou sans condenseur et la disposition des valves et des tuyautages permet de passer de l'un à l'autre fonctionnement sans arrêt. Les chaudières qui desservent les deux ensembles générateurs sont du type Lancashire; au nombre de six, elles mesurent 9 m de long sur 2,40 de diamètre, elles fonctionnent avec brûleurs mécaniques Proctor et économiseur Green. Le charbon est distribué par élévateur et convoyeur.

L'énergie distribuée sur les docks actionne :

24 grues électriques;

26 cabestans électriques;

12 grues hydrauliques.

5 des grues électriques ont une puissance de 10 tonnes et 19 une puissance de 3 tonnes; les caractéristiques de ces dernières sont les suivantes :

Hauteur du sommet du bras au-dessus du quai : 18 m.

Rayon d'action : 13,50 m.

Vitesse de levage avec charge de 3 tonnes : 45 m à la minute.

Vitesse de levage avec charge de 1.5 tonne : 75 m à la minute.

Vitesse de révolution mesurée aux crochets : 120 m à la minute.

Vitesse de translation : 9 m à la minute.

Le moteur de levage d'une puissance de 50 ch a une vitesse angulaire de 300 t : m et le moteur de révolution de 8 ch fait 1000 tours par minute.

Le mouvement de translation est assuré soit à la main soit à l'aide d'un moteur électrique à enroulement-série qui actionne les roues accou-

plées, sur chaque côté du châssis, par l'intermédiaire de pignons d'engrenage.

Dans la cabine de la grue se trouvent disposés les moteurs à engrenages de levage ainsi que les appareils de commande. Sur l'arbre du treuil de levage est monté un frein électromagnétique qui offre quelques points intéressants. Il est en série avec l'induit du moteur de levage et consiste en un noyau en fer à cheval dont les pôles sont disposés comme ceux des dynamos bipolaires avec une armature robuste en acier d'une forme spéciale et pouvant tourner entre les pôles. Le passage du courant dans les bobines tend à mettre l'armature à angle droit; le mouvement de l'armature provoque l'action du frein auquel elle est reliée par une tige et un contrepoids. Un levier à main permet au mécanicien d'appliquer instantanément le frein si cela était nécessaire. Deux coupleurs du type dit universel commandent, l'un le moteur de levage l'autre le moteur de révolution ou de pivotage.

Les grues de 10 tonnes sont de même construction que celles de 3 tonnes; les moteurs électriques ont une puissance de 60 ch pour le levage et de 12 ch pour le pivotage.

En cas d'une surcharge de 152 kg pour les grues de 3 tonnes et de 500 kg pour les grues de 10 tonnes, un interrupteur automatique ouvre le circuit des moteurs.

Les grues hydrauliques ont une puissance de 10 tonnes et comportent trois cylindres verticaux pour le levage. L'eau est admise dans le cylindre central pour une faible charge, dans les deux cylindres extérieurs pour une charge moyenne et dans les trois cylindres à pleine charge. Les moteurs des cabestans électriques ont une puissance de 24 ch et ont une vitesse angulaire de 1000 révolutions par minute; ils peuvent exercer un tirage constant de 1 tonne à la vitesse de 60 m par minute ou encore le halage d'une charge de 100 tonnes sur le plan horizontal.

Le tambour du cabestan est entraîné par l'intermédiaire d'une roue à engrenage droit s'engageant sur un pignon denté; ce dernier est claveté sur l'arbre d'une roue striée s'accouplant directement à l'arbre du moteur. Tous ces engrenages travaillent dans un bain d'huile; le moteur est complètement enfermé dans une boîte étanche. Il est à enroulement shunt afin d'éviter de trop grandes variations dans la vitesse du cabestan. Sur l'arbre du moteur est monté un frein automatique; il est relâché automatiquement lorsque le cabestan est actionné normalement par le moteur, mais dès que le cabestan tend à revenir en arrière par suite d'une surcharge, le frein est appliqué et soutient l'effort de la charge. Un frein automatique est absolument nécessaire pour les cabestans électriques car, dès que le courant est interrompu, il n'y a rien pour soutenir la charge comme dans les cabestans hydrauliques où l'eau des cylindres exerce toujours leur action de retenue. Sans ce frein, de graves accidents pourraient survenir inopinément.

L'appareil de mise en marche consiste en une sorte de coupleur avec souffleur magnétique; il est placé près du moteur dans la boite du cabestan et actionné au moyen d'une pédale qui se projette à l'extérieur sur une longueur de 0,10 m environ. La pédale est reliée à un *dash-pot* qui prévient les déclenchements trop rapides et trop brusques.

La distribution du courant à toutes ces grues et cabestans s'effectue à l'aide de feeders et de câbles de distribution souterrains. Ces câbles sont isolés à la fibre, recouverts de plomb et élongés dans des conduites de bois à une profondeur de 0,60 m environ. Comme nous le fait ressortir *L'Electrician*, la supériorité des grues électriques sur les grues hydrauliques fut clairement démontrée à la suite d'expériences méthodiquement répétées pendant plusieurs jours de suite. Sans même compter la facilité de manœuvre pour les mécaniciens qui ont simplement à mouvoir la seule manette d'un coupleur au lieu de quatre leviers, ce qui exige un développement de force assez considérable, l'économie réalisée avec les grues électriques y compris le salaire des hommes, a été de 25 0/0. Cette économie aurait été encore plus grande si l'expérience de ce jour-là avait porté sur un plus grand nombre de machines, car pour les grues électriques, le facteur de charge n'était que de 7,3 0/0 alors qu'il était de 14,4 0/0 pour les grues hydrauliques. On estime que le gain normal doit être de 50 0/0. La diminution du personnel représente également une économie considérable dans le cas des grues électriques. Enfin en hiver, par les nuits froides, il faut allumer des feux, les entretenir, les faire garder par des équipes supplémentaires afin d'éviter le gel des tuyaux d'eau

	Grues hydrauliques.	Grues électriques.	Economies.
Nombre des levages effectués	825	824	
Poids enlevés en tonnes	1210,4	1224,9	
Temps des opérations en heures	7	5,15	1,45
Charbon consommé à la station en kg	1624	1320	304
Prix du fonctionnement à la station y compris, capital, intérêt et réparation : en fr.	43,67	35,15	8,48
Salaires des hommes et ouvriers : en fr.	352,80	264,60	88,20
Coût de manutention totale : en fr.	396,47	299,74	96,73
Coût de manutention par 100 tonnes	32,75	24,47	8,28
Economie réalisée par les grues électriques			25 0/0

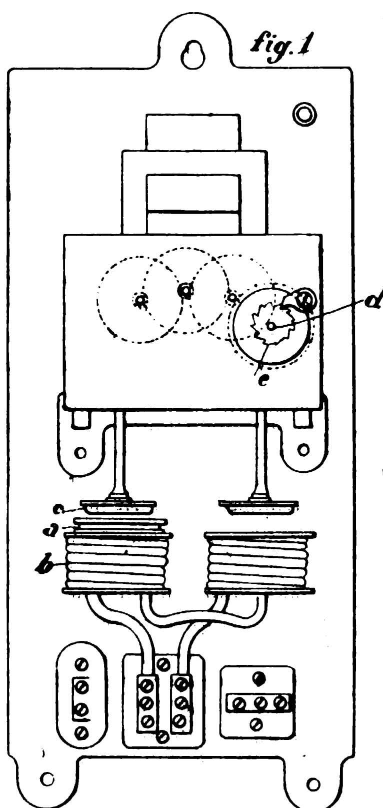
Les résultats des expériences comparatives réalisées à Middlesbrough avec les deux groupes de machines hydrauliques et électriques sont résumés dans le tableau précédent, dont les chiffres font ressortir les avantages obtenus et les économies réalisées.

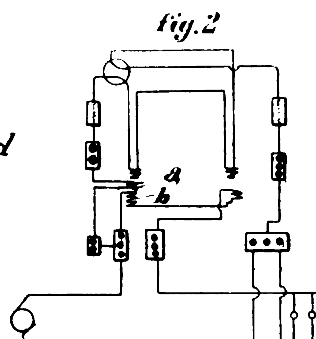
Georges DARY.

A TRAVERS LES BREVETS

340.082. — Aron. — **Bobine auxiliaire pour compteurs d'électricité à mouvements de pendules.**

A différentes reprises, la pratique a montré que dans certains compteurs d'électricité à mouvements de pendule il se produit, malgré le dispositif commutateur qui sert à compenser les différences de marche des deux mouvements d'horlogerie ou moteurs, de légères différences dans la marche à vide après un certain temps de fonctionnement. Ces différences sont produites évidemment par des petites inexactitudes de nature mécanique du dispositif commutateur dont on n'est pas maitre dans la fabrication à cause de leur petitesse. Le dispopositif décrit ci-après est destiné à éliminer l'influence de ces défauts de fabrication inévitables. Sur une des bobines du compteur (fig. 1) est disposée une bobine supplémentaire a qui se compose d'un certain nombre de tours mis dans le circuit de dérivation du compteur. La direction du courant qui passe dans cette bobine a est opposée à celle du courant utile qui passe par la bobine *b*, de sorte que le compteur tend à compter en arrière, dès que la charge cesse. Pour que cette tendance se produise avec certitude, les ampères-tours de la bobine supplémentaire a doivent être calculés de telle façon que le pendule *c* qui se trouve au-dessus soit assez influencé par elle pour que des forces éventuellement existantes, et agissant dans le sens contraire ne puissent pas avoir d'effet. Sur l'arbre *d* du mouvement indicateur est disposée en outre une roue d'encliquetage *e* dans laquelle engrène le cliquet *f*. Ce dispositif d'arrêt empêche d'une manière absolue que le compteur ne recule d'une quantité supérieure à celle qui correspond à la





distance de deux dents adjacentes à la roue *e*. Or comme d'une part la bobine supplémentaire tend à refouler le compteur en arrière et que d'autre part le dispositif d'encliquetage du mouvement indicateur empêche le recul, il se produit aussitôt un état d'équilibre dans lequel les aiguilles conservent invariablement à chaque fois leur position. Comme les différences de marche à vide que la bobine supplémentaire est destinée à empêcher ne peuvent être que très petites, quelques centièmes d'ampères-tours suffisent. L'influence du courant utile sur les pendules lors de la charge la plus

faible du compteur dépasse donc en tout cas de beaucoup celle de la bobine supplémentaire qui agit dans le sens contraire, de sorte que la proportionalité du compteur n'est pas sensiblement affectée par ce dispositif.

Communiqué par l'office Henri Boettcher pour la prise et l'obtention des brevets d'Invention en tous pays, 14, boulevard Saint-Martin, Paris.



SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

SÉANCE DU 1er JUILLET 1904

M. L. Ribourt fait une communication sur la *Régulation des turbines*.

M. L. Ribourt s'excuse d'abord du long délai passé depuis l'inscription de sa communication aux ordres du jour de la Société; les installations hydrauliques mises à sa disposition pour l'étude de cette question ont motivé des ajournements, indépendamment de sa volonté; il désirait n'apporter que des documents certains et éprouvés par une pratique industrielle prolongée.

Il remercie M. Bodin, président en 1903, d'avoir bien voulu l'inscrire d'abord et l'attendre ensuite; il remercie également M. Couriot, président actuel, d'avoir maintenu l'inscription de sa conférence; heureux d'être ainsi patronné dans la Société des ingénieurs civils de France par ses deux collègues d'enseignement à l'Ecole centrale.

M. Ribourt présente l'étude de la *régulation automatique* des turbines hydrauliques en deux parties :

Dans la première partie, il examine ce problème industriel sous son aspect général, avec les solutions acquises depuis longtemps et couramment employées.

En premier lieu, qu'appelle-t-on *régler* une turbine motrice d'un outillage industriel?

La puissance développée par le moteur doit être variable pour correspondre à chaque instant à celle consommée par l'usine.

Elle est le produit de deux facteurs : tels que *effort* et *vitesse*.

Il est d'usage de maintenir le facteur *vitesse* aussi uniforme que possible pour faire porter toutes les variations sur le facteur *effort*.

M. Ribourt examine comment, pour la turbine elle-même, varie sa puissance quand sa vitesse de rotation change, avec un débit constant de l'eau motrice.

Cette démonstration est appuyée sur un diagramme analytique tracé au tableau.

Puis il montre que si l'on cherche à maintenir la vitesse constante, au contraire, pour en obtenir un rendement dynamique aussi élevé que possible, on doit varier le débit de l'eau de la chute en proportion de la puissance à développer.

M. Ribourt passe en revue les dispositifs dits *vannages-distributeurs* des différents types des turbines hydrauliques pour y faire varier le débit.

Des projections sont faites de ces agencements devenus classiques.

Ensuite, il aborde la régulation automatique *gouvernée* d'une manière universelle jusqu'ici par un « tachymetre » ou « tachyscope » centrifuge, celui de Watt ou ses dérivés.

Il montre la nécessité d'un relai intermédiaire pour actionner, par un *asservissement* aussi précis que possible, le vannage-distributeur des turbines.

M. Ribourt montre à l'aide de projections des dispositifs d'asservissements cinématiques et hydrauliques, d'ailleurs connus des spécialistes de l'emploi des chutes d'eau, et qui répondent aux besoins de l'industrie, avec plus ou moins de précision.

M. Ribourt passe à l'analyse théorique de l'action de ces servo-moteurs, qui se traduit par ce qu'on appelle « le régime troublé ».

Cette étude, déjà très travaillée par des mécaniciens et des théoriciens éminents, tels que MM. Léauté, Rateau, Lecornu, Hirsch, Rolland, Wischnegradski, etc., est présentée simplement ici au moyen d'un diagramme double, d'une manière comparable avec ce que donnent les appareils enregistreurs directs employés par par M. Ribourt pour observer le fonctionnement des régulateurs adaptés aux moteurs, soit : le *cinémomètre* et le *linimètre*.

M. Ribourt montre des diagrammes théoriques de vitesses et de couples moteurs dans le régime troublé sous l'action d'un régulateur automatique :

1° Sans correction de réglage, à va et vient avec temps d'arrêt aux vitesses extrêmes.

2° Avec correction de réglage et sans temps d'arrêt aux vitesses extrêmes.

La conclusion est qu'il faut au système *gouverneur* une instabilité extrême au voisinage de la vitesse de régime qu'on voudrait avoir uniforme.

Dans la deuxième partie de sa communication, M. Ribourt montre la solution qu'il a lui-même poursuivie pour régler les turbines, par la recherche d'un *gouverneur* ou tachymètre extra-sensible, qui met en jeu une fonction hydraulique; c'est l'*hydrotachymètre*.

M. Ribourt en expose le principe et, par des dessins et des projections, il montre les dispositions matérielles de cet appareil qui ont fait l'objet d'études prolongées et méthodiques sur des applications depuis près de six années.

Le calcul des fonctions de cet appareil s'établit plus facilement par des moyens graphiques comme le montre l'orateur.

La loi de rupture d'équilibre en est bien caractéristique et donne dans l'application industrielle des résultats très probants.

M. Ribourt produit des diagrammes doubles, relevés sur deux installations en marche, depuis très longtemps, qui mettent en lumière les conditions de réglage obtenues :

Une installation de turbines à haute chute avec longue conduite et vannage à très petite course, actionnant un éclairage électrique avec transport à distance par alternateur, où la stabilité de l'éclairage s'obtient avec des oscillations de 1/2 volt environ seulement, sur 120 volts. Puis une autre installation de turbine à très basse chute avec un vannage lourd à grande course, actionnant un atelier de filature par transport à courants triphasés. La régularité de la marche est obtenue avec $+$ 1,5 de variations seulement, malgré les à-coups incessants jusqu'à un tiers de la puissance, dans les moteurs du secondaire.

M. Ribourt signale que ces deux cas encadrent pour ainsi dire par deux solutions extrêmes, toutes les diffi-

cultés de la question et pense que les résultats satisfaisants ainsi obtenus constituent un progrès réel sur les solutions déjà mises en œuvre avant lui.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 11 JUILLET 1904

M. J.-A. Normand communique une note *sur le réglage des montres à la mer par la télégraphie sans fil.*

M. H. Pellat communique, en réponse à la note de M. Villard, une note *sur les rayons cathodiques et la magnétofriction.*

M. Lippmann présente une note de M. Gaston Séguy intitulée : *relation entre la pression du gaz dans un tube à vide et la longueur d'étincelle.*

M. Vidal adresse une note complémentaire à la communication qu'il a faite, le 27 juin dernier, au sujet de l'action des pétards paragrêles sur les orages de neige.

SÉANCE DU 18 JUILLET 1904

M. d'Arsonval présente une note de M. H. Bordier, intitulée : *variation de l'indice de réfraction d'un électrolyte soumis à l'action du courant.*

M. Henri Moissan présente une note de MM. André Brochet et Joseph Petit sur *l'influence de la densité de courant dans l'électrolyse par courant alternatif.*

M. J. Coquillion adresse une note sur une lampe électrique pour les mines avec indicateur de grisou.

BIBLIOGRAPHIE

Enroulements d'induit à courant continu. *Théorie élémentaire et règles de bobinage*, par E.-J. Brunswick et M. Aliamet. 1 vol. de l'*Encyclopédie scientifique des aide-mémoire*, format 190 × 118 mm, de 187 pages avec 61 fig. Prix broché : 2 fr. 50 (Paris, librairie Gauthier-Villars).

L'établissement des enroulements des dynamos à courant continu se présente à l'esprit sous une forme un peu spéciale. On y fait, en outre, usage d'une terminologie particulière, et il en résulte que les principes essentiels si importants de la théorie des enroulements n'apparaissent pas toujours facilement dans les ouvrages d'ensemble.

Il a semblé aux auteurs, qu'à côté de ces ouvrages concernant de préférence la construction des dynamos à courant continu, il y avait place pour un résumé des principes essentiels relatifs à la théorie et à la notation des enroulements.

Le présent volume pourra donc être considéré, pour les lecteurs susceptibles de s'y intéresser, comme une introduction aux ouvrages de fond spéciaux.

Il est divisé en six chapitres. Les deux premiers rappellent les notions préliminaires et les généralités concernant les enroulements.

Le troisième chapitre est relatif à la classification des enroulements tandis que les formules symboliques sont établies dans le quatrième.

Enfin, les deux derniers chapitres traitent de l'établissement des schémas et des propriétés des divers genres d'enroulements. L'étude des schémas réduit et celle des connexions équipotentielles ont été faites de manière à présenter ces questions avec les détails qu'exige leur importance.

Cet ouvrage, éminemment pratique, rendra notamment de grands services aux constructeurs ainsi qu'aux élèves des Ecoles électrochimiques.

Il Selenio *(le Sélénium)*, par Lavoro Amaduzzi. 1 vol., format 235 × 152 mm, de VIII-141 pages avec 19 fig. Prix : 3 lira (Bologne, librairie Nicola Zanichelli).

Cette monographie, publiée dans la collection des actualités scientifiques, contient l'état de nos connaissances sur ce curieux métalloïde, remarquable par ses propriétés.

Elle est divisée en six chapitres, dans lesquels l'auteur expose successivement les principales propriétés physiques du sélénium; les variations de sa résistance électrique; l'action de la lumière sur la production de la force électromotrice de contact du sélénium; les piles à sélénium; l'étude des causes produisant les phénomènes photoélectriques que présente le sélénium et, enfin, les principales applications dont le sélénium a été l'objet à cause de ses curieuses propriétés.

L'ouvrage se termine par une liste bibliographique très complète des livres et mémoires relatifs au sélénium.

CHRONIQUE

La télégraphie sans fil en Italie.

L'*Elektrotechniker* nous apprend que les stations Marconi de Bari (Italie) et d'Antivari (Monténégro) viennent d'être installées et qu'elles doivent être mises, en juillet, à la disposition du public. D'autre part, la station de Coltano, la plus grande du monde, doit être mise en service dans les premiers jours de 1905 Suivant les dires de la Compagnie Marconi, la station de Coltano pourra communiquer avec la Hollande, la Grande-Bretagne, le Canada et les Etats-Unis, ainsi qu'avec tous les navires naviguant dans la Baltique, la Méditerranée, l'Atlantique et l'Océan indien. Cette station est destinée à assurer la communication télégraphique entre l'Italie et l'Amérique du Sud. — G.

ADRESSES RELATIVES AUX APPAREILS DÉCRITS

DANS LE PRÉCÉDENT NUMÉRO

Diffuseur Bonhivers : Société des diffuseurs lumineux électriques Bonhivers, 115 et 117, rue des Frères Herbert, à Levallois-Perret (Seine).

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 711 13 Août 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod**, *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 147-92). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier**, *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe. — La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien** *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus*

AMPÈREMÈTRE THERMIQUE

POUR LA MESURE DE COURANTS ALTERNATIFS DE FAIBLE INTENSITÉ (1)

Il arrive fréquemment que l'on a à mesurer des courants alternatifs de faible intensité de l'ordre de 0, 01 ampère.

Ainsi, lorsqu'on veut mesurer l'intensité du courant magnétisant d'un petit transformateur de 1 kw de puissance et au-dessous afin de déterminer la valeur du facteur de puissance du circuit à haute tension, par exemple à 2000 volts, l'intensité du courant magnétisant est au plus de 0, 02 ampère et peut être encore plus faible pour un transformateur de puissance inférieure à 1 kw.

La capacité d'un petit condensateur, d'une petite longueur de câble ou d'une antenne de télégraphie sans fil peut être mesurée au moyen d'une simple force électromotrice harmonique, si l'on a la possibilité de mesurer la faible intensité du courant ainsi qu'une différence de potentiel élevée. Si une simple force électromotrice harmonique de fréquence $n = \frac{\omega}{2\pi}$ produisant une différence de potentiel U est appliquée à un condensateur ayant une capacité de C microfarads, l'intensité du courant alternatif passant dans ce circuit a une valeur donnée par l'expression

$$\frac{C\omega U}{10^6} \text{ ampères.}$$

à la condition qu'il ne se produise pas d'effet de résonance appréciable.

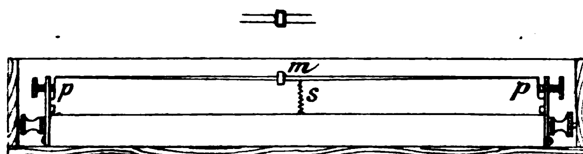


Fig. 2.

Si la fréquence est d'environ 80 périodes par seconde, de manière que $\omega = 500$ et si $U = 2000$ volts, on peut déterminer par cette méthode la valeur d'une faible capacité, par exemple de $\frac{1}{500}$ microfarad, pourvu que l'on puisse mesurer la tension U et l'intensité du courant alternatif, intensité de l'ordre du centième d'ampère. Ces mesures peuvent naturellement être effectuées avec un électrodynamomètre permettant de mesurer des courants de faible intensité, mais l'ampèremètre thermique qui va être décrit est beaucoup plus simple de construction.

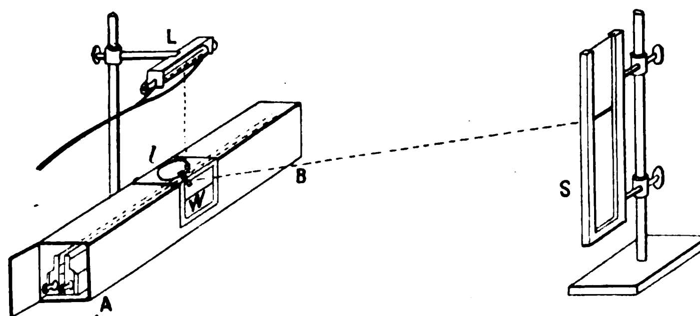


Fig. 1.

Ce modèle d'ampèremètre thermique peut être disposé pour mesurer des intensités de 2 milliampères et il est facile à étalonner au moment de s'en servir.

L'instrument se compose d'une boîte en bois A B (fig. 1) de 104 cm de longueur, de 8 cm de hauteur et de 6 cm de largeur. Le dessus de la boîte forme couvercle et s'ouvre; à cet effet il est monté sur charnières. Au centre de ce couvercle est disposée une lentille achromatique convexe *l* ayant une longueur de foyer de 10 cm. Le devant de la boîte est muni d'une fenêtre W fermée au moyen d'une plaque transparente de mica. Au fond de cette boîte est fixée une règle en bois de sapin bien sec ayant 1 m de longueur et 2,5 cm de largeur et de hauteur. A chacune des extrémités de cette règle sont fixées deux lames de laiton qui portent chacune une borne d'attache pour les conducteurs ainsi qu'un petit ressort *p*, également en laiton, sur lequel appuie la pointe d'une vis traversant la lame (fig. 1 et 2).

Un fil fin, en argent vierge ou en alliage présentant une grande résistivité, tel que le constantan, le platinoïde, etc., suivant l'usage auquel est destiné l'instrument, est attaché par ses deux extrémités à chacune des deux paires de ressorts disposés aux extrémités de la règle en bois.

Dans l'instrument construit par l'auteur, les fils sont en platinoïde et ont une longueur de

(1) Communication faite à la Société de Physique de Londres. Traduit du *Philosophical Magazine*.

1 m et un diamètre de 0,05 mm; l'écartement des deux fils tendus parallèlement est de 5 mm. Les extrémités de ces fils sont soudées aux ressorts correspondants et leur tension est réglée à l'aide des vis montées sur les lames et agissant sur ces ressorts.

Au centre de la règle en bois servant de support aux fils sont fixés, par une de leurs extrémités, deux fins ressorts en boudin s dont l'extrémité opposée est attachée au fil correspondant. Ces ressorts sont en fil de platinoïde très fin et servent à maintenir les fils de mesure tendus.

Si l'un de ces fils vient à être échauffé par le passage d'un courant, il s'infléchit légèrement vers le bas. Ce déplacement est indiqué de la manière suivante : les deux fils de mesure sont entourés par une très petite bride en papier *m* faite avec une bande en papier de 2 mm environ de largeur et de 12 à 15 mm de longueur. Sur cette bride ou boucle en papier on fixe, à l'aide d'une goutte de dissolution de gomme laque, un petit fragment de miroir argenté ayant environ 2 mm de largeur sur 5 mm de hauteur. La tension de l'un des fils thermiques est réglée de telle sorte que lorsqu'il ne passe pas de courant dans l'autre fil, le premier soit plus tendu que le second et que la boucle de papier portant le miroir fasse un angle d'environ 45° avec l'horizontale. On obtient ce résultat en diminuant légèrement la tension de l'un des fils à l'aide des vis de réglage. Au-dessus du couvercle de la boite on dispose sur un support une lampe à incandescence ayant un filament mince et en forme de fer à cheval (fig. 1); de plus, à une certaine distance en face de la boite, on place une règle en verre dépoli s maintenu par un cadre en laiton que l'on peut élever ou abaisser à volonté en le faisant glisser sur un support vertical (fig. 1). La lampe à incandescence est placée à la hauteur convenable pour que la lentille produise une image nette du filament ou d'une partie du filament, sous forme d'un trait lumineux horizontal sur la règle en verre dépoli. Avec une bonne lentille, on obtient une image très déliée; l'auteur a utilisé la lentille de l'objectif d'une jumelle de théâtre. Une enveloppe de métal ou d'amiante recouvrant la lampe empêche les rayons lumineux de frapper directement la règle dépolie qui doit être placée à environ 1 m de la boite.

Si on fait passer un courant de faible intensité dans celui des deux fils qui est le moins tendu, il augmente de longueur et le petit miroir, fixé sur les deux fils, s'incline et, par suite, l'image du filament sur la règle dépolie se déplace vers le bas et revient au point de départ, c'est-à-dire au zéro, dès que le courant est interrompu.

Lorsque l'instrument n'a pas encore servi, il faut avoir la précaution de préparer les fils en faisant passer dans chacun d'eux, pendant assez longtemps, un courant intermittent de faible intensité, courant qui doit être fréquemment interrompu.

Dans l'instrument construit par l'auteur, les fils de platinoïde ont chacun une résistance de 168 ohms; dans ces conditions, si on applique aux extrémités de chacun de ces fils une différence de potentiel de 2 volts, l'intensité du courant qui y passe est d'environ 1/84 ampère.

Pour étalonner l'instrument, on procède de la manière suivante : un accumulateur, dont on a préalablement mesuré la force électromotrice, environ 2 volts, est relié en série avec l'un des fils à travers une boîte de résistances du modèle ordinaire à chevilles. En faisant varier la résistance intercalée, il passe dans le fil des courants ayant des intensités différentes et l'on marque sur la règle en verre dépoli les diverses positions du spot correspondant aux différentes intensités.

Si le fil de l'instrument est en platinoïde ou en constantan, sa résistance n'est pas modifiée d'une manière sensible par les courants d'intensités différentes qui le parcourent et, par conséquent, sa résistance peut être déterminée, une fois pour toutes, avec une approximation suffisante pour l'usage pratique auquel il est destiné, au moyen d'un potentiomètre. Cette opération faite, il suffit d'effectuer quelques mesures avec un élément d'accumulateur, dont la force électromotrice est connue et avec une boîte de résistances pour permettre à l'opérateur de marquer avec un crayon sur la règle dépolie les différentes positions du spot correspondant aux diverses intensités connues des courants que l'on fait passer dans le fil et suivant une progression déterminée. La règle dépolie peut alors être enlevée de son support et appliquée sur une feuille de papier quadrillé au millimètre; la courbe ainsi obtenue indique les déviations correspondant aux intensités de courant utilisées. Cette courbe (fig. 3) est une parabole, car si on prend les logarithmes des déviations et ceux des intensités, on obtient une ligne droite déterminée faisant un angle avec l'horizontale et dont la tangente est égale à 2. Si on replace alors la règle dépolie dans sa position primitive et que l'on fasse passer dans le fil de l'ampèremètre un courant, continu ou alternatif, d'intensité inconnue, mais comprise

néanmoins dans les limites de la graduation, il suffit de marquer la position du spot sur la règle dépolie à l'aide d'un trait de crayon et de reporter ensuite la règle sur la courbe d'étalonnage pour avoir immédiatement la valeur de l'intensité du courant.

Dans l'instrument actuellement réalisé et utilisé par l'auteur, la déviation obtenue sur la règle placée à environ 80 cm du miroir avec une différence de potentiel de 2 volts est d'environ 3 cm; avec 4 volts, cette déviation est de 12 cm. Par conséquent, un courant ayant environ une intensité de 0,01 ampère, soit 10 milliampères, produit une déviation de 2 à 3 cm, ce qui permet de mesurer des intensités descendant jusqu'à 5 milliampères.

La nature du fil à employer pour constituer cet instrument dépend des mesures que l'on désire effectuer. Si l'on veut mesurer des intensités aussi petites que possible, le fil employé doit avoir le plus petit diamètre que l'on puisse obtenir et une très grande résistivité; le constantan convient très bien dans ce cas.

La Société Hartmann et Braun de Francfort fabrique depuis quelque temps des fils fins de différents métaux et alliages et peut fournir des fils de métaux purs ou d'alliages de haute résistivité et de diamètres compris entre 0,02 et 0,05 mm. La résistance d'un fil de constantan de 0,02 mm est d'environ 1350 ohms par mètre, tandis que la résistance d'un fil d'argent vierge de 0,05 mm de diamètre est seulement de 8 ohms par mètre.

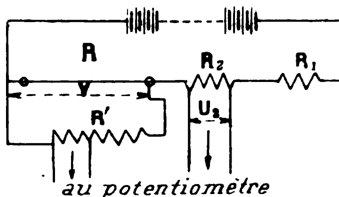
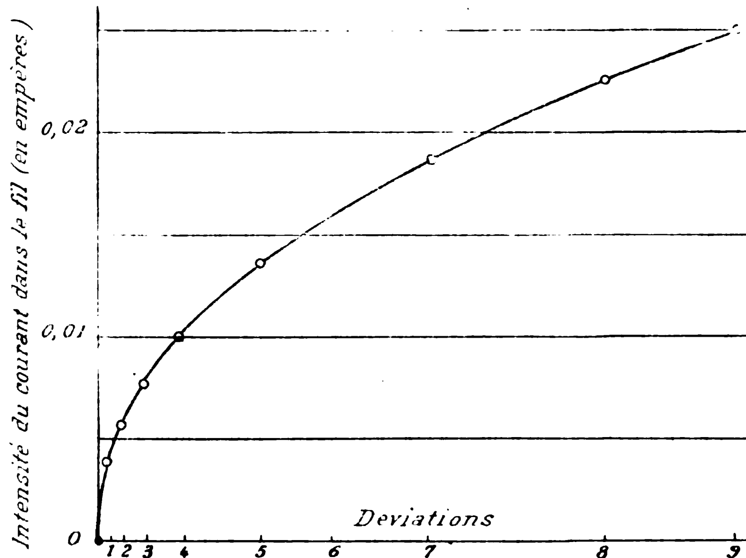


Fig. 4.

La manière dont le fil se comporte dépend essentiellement de la température à laquelle il est porté et le degré de température atteint dépend à son tour de la dépense d'énergie consommée par unité de surface. Dans ces conditions, si l'on a à mesurer de très petites intensités, il est nécessaire d'employer un fil en alliage ayant une grande résistivité et d'un diamètre aussi petit que possible; au contraire, pour mesurer de faibles tensions le fil doit être en métal de grande conductivité tel que l'argent.



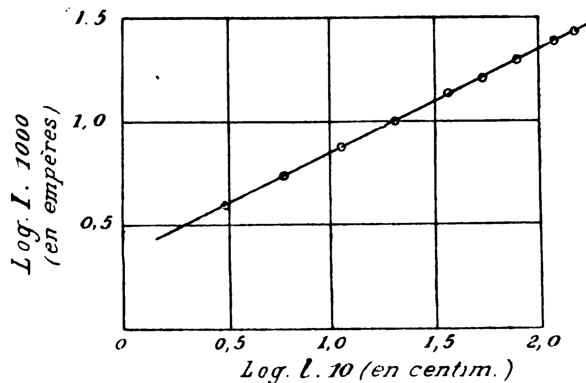


Fig. 3.

La résistance R du fil de l'ampèremètre correspondant aux différentes intensités I qu'il permet de mesurer peut être déterminée de la manière suivante. Le fil de l'ampèremètre est relié en série avec une caisse de résistances à chevilles R_1 ainsi qu'avec une résistance constante R_2 de 20 ou de 40 ohms (fig. 4). Le fil de l'ampèremètre est en outre shunté par une résistance variable R' dont les extrémités sont reliées à un potentiomètre. Des bornes de la résistance fixe R_2 portent également deux conducteurs se rendant au potentiomètre. Une batterie de 100 volts est mise dans le circuit de manière à faire passer un courant de faible intensité dans le fil de l'ampèremètre et l'on règle jusqu'à ce que la différence de potentiel

aux extrémités de ce fil soit de 2, 4 ou 6 volts suivant le cas. Soient U cette dernière différence de potentiel; U_2 la différence de potentiel après la résistance R_2 et R la résistance du fil de l'ampèremètre dans les conditions de fonctionnement.

Si $\frac{U}{R}$ est l'intensité du courant passant dans le fil de l'ampèremètre et $\frac{U}{R'}$ l'intensité du courant dans la résistance variable, on a

$$\frac{U}{R}+\frac{U}{R'}=\frac{U_2}{R_2}$$

et $\frac{U_2}{R_2}$ est mesuré. Par conséquent R peut être déterminé pour les différentes valeurs de $\frac{U}{R}$.

Dans l'étalonnage du fil thermique utilisé dans l'instrument construit par l'auteur la résistance R' avait 497 ohms et, par conséquent, la valeur de la résistance R était déduite de la formule

$$\frac{U}{R}+\frac{U}{497}=\frac{U_2}{R_2}.$$

Le tableau I suivant donne les valeurs observées de U, U_2, R_2 et R_1 et les valeurs calculées de la résistance R du fil thermique et de l'intensité I pour deux fils de platine a et *b* utilisés dans l'instrument réalisé.

TABLEAU I

	Fil *a*			Fil *b*		
U (en volts)	2	4	6	2	4	6
U_2 »	0,639	1,277	0,9575	0,634	1,2675	0,9500
R_1 (en ohms)	6372	3191	2070	6415	2212	2088
R_2 »	40	40	20	40	40	20
$\frac{U_2}{R_2}$ (en ampères)	0,0159	0,0319	0,0478	0,0158	0,0317	0,0475
I »	0,0119	0,0238	0,0357	0,0118	0,0236	0,0354
R calculé (en ohms)	168,3	167,8	167,8	169,8	169,1	169,3

Entre les limites d'intensité de 0,01 à 0,04 ampère, la résistance du fil a doit être de 168 ohms et celle du fil *b* de 169,4 ohms.

A titre d'exemple de l'emploi de cet ampèremètre, et pour indiquer également les précautions qu'il est nécessaire de prendre, on va donner les résultats de mesures de capacité de bouteilles de Leyde, mesures effectuées avec cet ampèremètre.

Ces mesures ont été faites sur deux bouteilles de Leyde désignées respectivement par n° 1 et n° 2. Un petit transformateur pour courant alternatif dont le rapport de transformation est de 1 à 118 a été utilisé pour élever la tension d'un alternateur ayant une courbe de force électromotrice à peu près sinusoïdale.

La bouteille de Leyde dont on voulait déterminer la capacité était reliée aux bornes du circuit à haute tension du transformateur et le fil thermique de l'ampèremètre était disposé de manière à pouvoir mesurer le courant alternatif débité par la bouteille de Leyde. Les différences de potentiel du côté de la haute tension, ainsi que du côté de la basse tension, étaient mesurées avec un voltmètre électrostatique de lord Kelvin. La capacité de la bouteille de Leyde a été calculée, d'après l'intensité du courant I fourni par le condensateur, intensité indiquée par l'ampèremètre, à l'aide de l'expression

$$I=\frac{C\omega U}{10^6}$$

dans laquelle U est la différence de potentiel lue sur le voltmètre électrostatique intercalé entre les bornes du circuit à haute tension du transformateur.

Le tableau II donne les résultats obtenus :

Les capacités des bouteilles de Leyde mesurées par la méthode du commutateur tournant, méthode décrite par l'auteur et par M. Clinton (1), avaient été trouvées égales à

0,00 1 54 microfarad pour la bouteille n° 1,
0,00 1 24 microfarad pour la bouteille n° 2,
0,00 2 8 microfarad pour les bouteilles 1 et 2, montées en parallèle.

On voit, d'après les résultats suivants, que la méthode de l'ampèremètre thermique, dans le cas où il s'agit de déterminer des capacités, permet d'obtenir une approximation aussi grande

(1) *Proc. Phys. soc. London*, vol. XVIII, p. 386 et *Phil. Mag.*, mai 1903, p. 493.

TABLEAU II

Condensateurs.	Tensions aux bornes du transformateur.		Fréquence = n.	$\omega = 2\pi n$	Intensité I du courant produit par le condensateur et lue sur l'ampèr.	Capacité C calculée en microfarads.
	Basse tension.	Haute tension.				
Bouteille de Leyde n° 1.	97,5	13 750	73,7	463	0,0112	0,00176
	101,8	14 400	76,7	483	0,0121	0,00174
Bouteille de Leyde n° 2.	97,0	13 650	73,7	463	0,0107	0,00169
	101,7	14 250	76,7	483	0,0110	0,00159
Bouteilles de Leyde n°s 1 et 2 montées en parallèle.	97,0	15 300	73,7	462	0,0204	0,00287
	101,8	16 350	76,7	483	0,0226	0,00285

que celle que l'on obtient avec la méthode du commutateur tournant lorsque les deux capacités sont montées en parallèle, mais les résultats indiquent une capacité plus grande lorsque les bouteilles sont mesurées séparément. Cette augmentation apparente de capacité est évidemment due à la résonance. Les variations du rapport de transformation du petit transformateur, variations dues à l'adjonction de capacités, sont indiquées par les chiffres qui figurent dans le tableau ci-dessus.

Par conséquent, lorsqu'on veut employer la méthode de l'ampèremètre, il faut toujours avoir la précaution de monter en parallèle, avec la capacité à mesurer, une autre capacité suffisamment grande afin d'empêcher les effets de la résonance. On ne mesure, à l'aide de l'ampèremètre, que l'intensité du courant fourni par le condensateur dont on veut déterminer la capacité.

A ce propos, l'auteur a eu l'occasion de constater que la capacité du voltmètre à haute tension de lord Kelvin jointe à l'inductance de quelques transformateurs a pour effet de modifier le rapport de transformation par suite des effets de résonance qui se produisent lorsqu'on applique certaines différences de potentiel au transformateur.

La faible capacité du voltmètre électrostatique à haute tension, lorsqu'il est intercalé entre les bornes du circuit à haute tension du transformateur, modifie sensiblement le rapport de transformation comme l'indiquent les chiffres du tableau III :

Le transformateur essayé fonctionnait à la fréquence de 80 périodes par seconde et la tension aux bornes du circuit de haute tension et aux bornes du circuit de basse tension ont été mesurées à l'aide d'un voltmètre électrostatique pour différentes valeurs de la tension sans appliquer de charge au circuit à haute tension. La variation du rapport de transformation est loin d'être constante comme on le voit par les chiffres du tableau, ce qui provient évidemment des effets de résonance dus à la capacité du voltmètre à haute tension. Dans ces conditions, lorsqu'il se produit des décharges entre les secteurs qui se trouvent à l'intérieur du voltmètre, ce dernier présente à ce moment une grande capacité apparente; par conséquent, dans l'emploi de ce voltmètre, pour déterminer le rapport de transformation, il ne faut pas se contenter d'une seule lecture.

TABLEAU III

Tension aux bornes du transformateur.		Rapport de transformation. Fréquence = 80.
Haute tension.	Basse tension.	
16 350	515	31,7 : 1
16 650	503	33,1 : 1
16 850	460	36,6 : 1
16 900	435	38,8 : 1
16 750	415	40,3 : 1
15 000	360	41,6 : 1
12 000	303	39,6 : 1

En ce qui concerne l'emploi de l'ampèremètre thermique pour la mesure des petites intensités des courants magnétisants de transformateurs de faible puissance, on peut citer l'exemple suivant :

Un transformateur de 1 kw a son circuit primaire monté en série avec le fil thermique de l'ampèremètre ; on insère dans ce circuit, comme mesure de précaution, une forte résistance R de valeur connue, 3450 ohms par exemple. D'autre part, un voltmètre électrostatique de lord Kelvin est relié aux bornes de cette grande résistance.

Tout étant ainsi disposé, on effectue les opérations suivantes : on lit la tension U aux bornes du circuit primaire du transformateur; la tension U' aux extrémités de la grande résistance R et enfin la déviation donnée par l'ampèremètre thermique. On a ainsi :

$$R = 3450 \text{ ohms}$$
$$U' = 114,5 \text{ volts}$$
$$U = 2000 \text{ volts.}$$

L'intensité du courant magnétisant dans le transformateur est par conséquent :

$$\frac{114,5}{3450} = 0,033 \text{ ampère.}$$

Le fil thermique de l'ampèremètre avait été étalonné comme on l'a indiqué précédemment et la lecture de l'intensité a donné comme valeur 0,034 ampère. Il s'ensuit que la valeur de ce courant, déterminée par la méthode du voltmètre électrostatique et de la grande résistance à l'aide du rapport $\frac{U}{R}$ et la valeur indiquée par l'ampèremètre thermique sont parfaitement concordantes.

L'emploi de l'ampèremètre thermique présente certains avantages comparativement à la méthode de la grande résistance : il est facile à étalonner et de plus il produit une moindre chute de tension, ce qui est d'autant plus appréciable que le courant à mesurer a une intensité plus faible.

Ce modèle d'ampèremètre thermique est susceptible de recevoir plusieurs applications. Il peut être employé comme relais, actionné par des courants alternatifs de très petite intensité et être alors utilisé pour certaines applications qui exigeaient un courant continu. Dans ce cas particulier, le fil thermique est muni d'une petite aiguille d'acier qui, lorsque le fil se dilate, vient plonger dans du mercure, fermant ainsi un circuit local.

Comme instrument de recherches, il peut être employé avec avantage parce que les déviations du trait lumineux dues à l'allongement du fil dans les limites de son fonctionnement sont exactement proportionnelles au carré de l'intensité du courant passant dans ce fil. Il s'ensuit que l'étalonnement de cet instrument peut s'effectuer en faisant passer dans le fil, de diamètre et de nature appropriés, un courant d'intensité connue. Cet ampèremètre peut être étalonné avec suffisamment de précision pour les usages techniques en appliquant aux extrémités du fil thermique des différences de potentiel de 2, 4, 6 volts que l'on obtient avec 1, 2, 3 éléments d'accumulateurs et en intercalant dans ce circuit des résistances convenables.

Cet ampèremètre thermique peut également être employé avec avantage pour la mesure des intensités de courants alternatifs de quelques milliampères que l'on utilise dans les applications médicales.

Lorsqu'on a à mesurer des courants dont l'intensité dépasse quelques milliampères, on peut employer l'instrument sans changer le fil thermique; il suffit de shunter ce dernier par une résistance égale à $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{n}$, de la résistance du fil. Ainsi, par exemple, si la résistance du fil est de 168 ohms et qu'on le shunte avec une résistance de 168 ohms, 84 ohms ou 42 ohms, les lectures de l'ampèremètre devront être multipliées par 2, par 3 ou par 5, etc. Enfin, si le shunt a la valeur de $\frac{1}{n}$, les lectures doivent être multipliées par $n + 1$.

L'ampèremètre qui vient d'être décrit a été construit par M. A. Blok, assistant de l'auteur, qui a également effectué les diverses mesures décrites ci-dessus. J.-A. Fleming.

APPAREIL HUGHES

A EMBRAYAGE MAGNÉTIQUE

Principe. — L'idée d'adapter à l'appareil Hughes un système d'embrayage magnétique, analogue à ceux appliqués dans l'industrie, notamment par M. de Bovet, avait été émise par M. Estaunié, directeur de l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et des Télégraphes, dans son *Cours de télécommunications*; mais des difficultés d'ordre technique se sont présentées dès le début, à cause des proportions relativement minimes du dispositif à imaginer, ce qui modifiait profondément les conditions de réalisation.

Les recherches faites au laboratoire de l'École professionnelle supérieure des postes et des télégraphes ont abouti à l'élégante solution que nous allons exposer.

Les seules modifications qu'ait subies l'appareil intéressent l'extrémité antérieure de l'axe du volant et l'arbre des cames; la figure 1 nous donne une vue d'ensemble du système : aux lieu et place du rochet de détente est montée une bobine d'entrainement B, en fer doux, que nous décrirons en détail plus loin; vis-à-vis de celle-ci, et à une distance de 1 mm environ, est fixé, sur l'arbre des cames, un plateau ou armature A, également en fer doux, qui sera attiré lorsqu'un courant parcourra la bobine : l'arbre des cames,

sous cette attraction, se déplacera longitudinalement, et, le plateau s'appliquant sur les noyaux circulaires de la bobine, les deux axes feront corps et tourneront ensemble.

Bobine d'entrainement. — La bobine est constituée par un disque en fer doux D (fig. 1) dans lequel on a évidé, au centre, un trou circulaire, destiné à laisser passer l'axe, et, à sa partie médiane, une couronne dont la coupe serait un U carré : la bobine présente ainsi, sur sa face antérieure, un noyau central et une couronne pleine B, dont le plus grand diamètre est égal à celui du disque; le premier est plus épais que la seconde, afin d'offrir une égale surface d'attraction. L'enroulement est logé dans l'évidement situé entre ces deux parties polaires; l'une des extrémités du fil est soudée au disque, qui prend terre par le massif même de l'appareil; l'autre aboutit à une petite poulie G, fixée derrière le disque, dont elle est isolée par une plaquette de fibrine F; cette poulie joue le rôle dévolu au collecteur dans les moteurs et dynamos; elle est entaillée d'une gorge dans laquelle, pendant qu'elle tourne, vient s'appuyer un petit frotteur métallique : celui-ci amène le courant qui doit parcourir les spires de fil. Enfin, la bobine est protégée par une couronne de mica, collée à la gomme-laque comme le fil lui-même, qui empêche l'introduction d'huile et la détérioration de l'isolant.

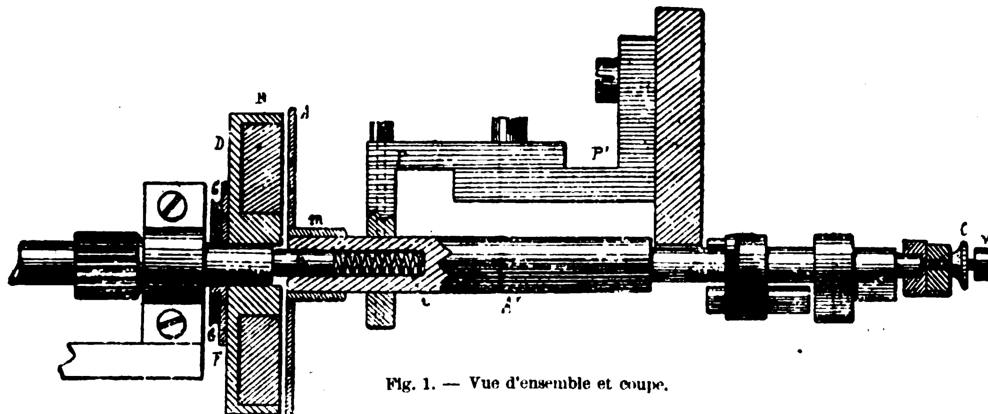
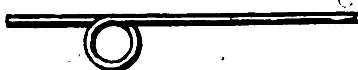


Fig. 1. — Vue d'ensemble et coupe.


Fig. 2. — Frotteur.

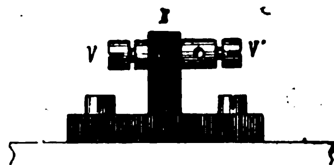


Fig. 3. — Support du frotteur.

Le frotteur (fig. 2) est formé d'un fil de laiton, contourné sur lui-même vers la moitié de sa longueur, pour lui donner de l'élasticité; l'une de ses extrémités frotte, comme nous l'avons dit, dans la gorge de la poulie G; l'autre est encastrée dans un plot, monté sur l'entretoise de gauche du bâti de l'appareil. Ce plot (fig. 3) isolé de l'entretoise par la double équerre en ébonite E, qui le supporte, se termine, à chacune de ses extrémités, par une vis; sous celle d'arrière V est serré le fil venant du relais qui commande l'appareil; l'autre V', fixe le bout du frotteur, engagé dans un trou percé à travers le plot. Celui-ci est monté à frottement sur son équerre en ébonite, de manière qu'en le faisant tourner plus ou moins, on puisse régler la pression du frotteur sur la poulie, sans avoir à déformer le premier, et dans les conditions que nous indiquerons au paragraphe « Réglage ».

Armature. — L'armature A (fig. 1) est constituée par un plateau en fer doux, assez mince pour ne pas opposer une très grande inertie au déplacement de l'arbre des cames, lors de l'attraction, et surtout pour que sa force vive, au moment du désembrayage, soit aussi peu considérable que possible. L'armature est isolée magnétiquement de l'arbre des cames A' par un manchon en laiton *m*.

Elle est maintenue éloignée de la bobine par le dispositif suivant : à l'intérieur du trou cylindrique foré dans l'arbre des cames, est enfermé un ressort en boudin *r*, qui tend à chasser au dehors un piston en acier *p*; celui-ci vient s'appuyer en bout dans l'évidement de la bobine sur l'extrémité antérieure de l'axe du volant, dont l'olive a été supprimée, de telle sorte que la pression du ressort aboutit à rejeter l'arbre des cames d'arrière en avant : c'est ainsi qu'il agira, après chaque attraction, pour ramener l'arbre à sa position de repos. Il est à remarquer que le piston *p* ne remplace pas l'olive de l'axe du volant qui, dans le système ordinaire, soutient l'arbre des cames à sa partie postérieure; ce point d'appui est avantageusement remplacé par un palier P, monté lui-même sur le pont du chariot P' : on sait, en effet, que lorsqu'un Hughes tourne sans travailler, ce qui est trop souvent le cas dans les postes pourvus de remontoirs automatiques, l'olive s'use assez rapidement, et qu'il en résulte un jeu appréciable de l'arbre des cames; avec ce dispositif, au contraire, le piston et l'axe du volant s'usent en bout, ce qui n'offre aucun

inconvénient. Le coussinet intermédiaire a été également supprimé : l'arbre des cames est donc soutenu seulement par le pontet d'avant et le pilier P.

Sur le diamètre qui se trouve horizontal à la position de repos, l'armature porte un doigt d'arrêt *d* (fig 4), qui s'appuie sur une butée élastique B'; celle-ci consiste en une plaquette en acier, portée par un ressort-lame; ce dernier est lui-même fixé par une vis à une plate-forme montée sur l'entretoise K de l'appareil (celle sur laquelle se trouve déjà le support du frotteur); le trou percé dans le ressort, et dans lequel passe la partie lisse de la vis qui le fixe, est ovalisé, ce qui permet de régler

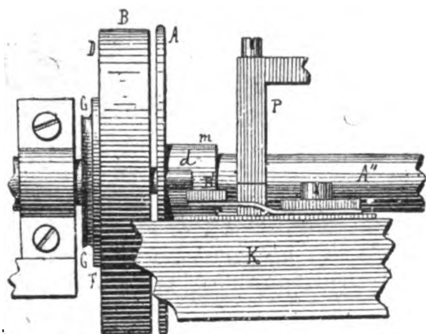


Fig. 4. — Profil du système d'embrayage.

convenablement la position de la butée par rapport au doigt d'arrêt.

Dans le but de faciliter, avant la fin de la révolution, le décollement de l'armature, que le magnétisme rémanent tend à maintenir au contact des couronnes polaires, l'armature est composée en réalité de deux parties : l'une, la plus grande, A, fixée par son manchon *m* à l'arbre des cames A" (fig. 5); l'autre A', celle qui porte le doigt *d*, arti-

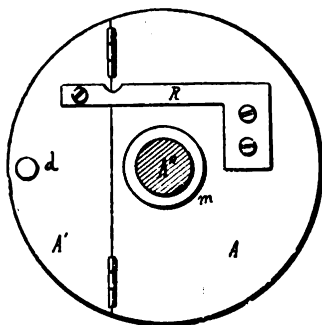


Fig. 5. -- Armature.

culée à charnières sur la précédente; enfin, un ressort-lame R, maintenu par des vis sur chacune des deux parties, est armé de manière à faire pivoter légèrement A' : le doigt *d* se trouve ainsi, au repos, rejeté vers l'avant de l'appareil et s'appuie par une plus grande longueur sur la butée B', ce qui constitue un autre avantage de ce dispositif. Lors de l'attraction, cette partie articulée se trouve redressée et s'applique, comme l'autre, exactement sur les couronnes polaires de la bobine; mais, lorsqu'a cessé l'émission, le ressort-lame R arrache la partie A' du contact, malgré le magnétisme rémanent, et facilite ainsi la tâche du ressort à boudin, qui doit décoller la partie A et ramener tout l'arbre des cames au repos.

Ajoutons que, dans le prototype actuellement en essai, la distance au repos entre la bobine et le plateau est réglée à l'aide d'une vis *v* (fig. 1) en acier avec contre-écrou en laiton C, portée par le pontet d'avant de l'arbre des cames : en enfonçant cette vis, on pousse l'arbre d'avant en arrière et on rapproche l'armature de la bobine; on immobilise ensuite la vis à l'aide du contre-écrou.

Fonctionnement. — Lorsqu'un courant traverse la bobine en marche, l'armature est attirée, et, avec elle, l'arbre des cames, qui se déplace d'avant en arrière; la partie articulée de l'armature se redresse et arrive au contact des couronnes polaires en même temps que celle sur laquelle elle est mobile; le doigt d'arrêt est dégagé : l'arbre des cames fait ainsi corps avec l'axe du volant, qui l'entraine dans son mouvement, malgré l'opposition du ressort à boudin, enfermé dans la cavité du premier, et qui tend à séparer les pièces en contact. L'expérience prouve que l'émission proprement dite dure assez longtemps pour que l'embrayage soit assuré, sans glissement, pendant le plus fort travail de l'arbre des cames (correction, inversion, impression), qui est terminé à la fin du premier demi-tour; la self-induction de la bobine et la rémanence continuent l'attraction pendant un instant et permettent à la came de progression de remplir, à son tour, sa fonction; un peu avant que la partie extrême de cette dernière ait dépassé le bec du levier de progression, l'action magnétique est assez atténuée pour que le ressort-lame, qui agit sur la partie A' de l'armature, arrache celle-ci à l'attraction des noyaux; aussitôt, le ressort à boudin, qui s'est trouvé comprimé lors de l'embrayage, rejette l'arbre des cames vers l'avant de l'appareil et sépare ainsi le reste de l'armature des couronnes polaires : la vitesse acquise et, ensuite, l'action du levier de progression sur sa came, permettent à l'arbre de continuer le mouvement; le doigt d'arrêt vient rencontrer sa butée élastique, sur laquelle il reste maintenu par la pression du même levier de progression.

Tout comme dans le Hughes ordinaire, lorsque l'émission a été envoyée avant que l'appareil ait pris sa vitesse normale, l'attraction peut cesser avant que la came de progression ait fini de refouler son levier : l'armature reste alors en route, mais il ne se produit aucun grincement ni aucune détérioration; il suffit de pousser, avec la main, l'armature dans le sens de son mouvement pour ramener le doigt d'arrêt contre la butée : le pourtour de l'armature a été molleté pour faciliter cette manœuvre.

Il convient de noter que cet embrayage est beaucoup moins brutal que celui du Hughes ordinaire; la légèreté relative de l'armature réduit au minimum sa force vive et l'élasticité de la butée

amortit notablement le choc à la fin du tour; en outre, lorsque la bobine est parcourue par un courant continu, la « roulade » qui en résulte, se fait sans autre bruit que celui des cames, car l'armature ne quittant pas les noyaux, le doigt d'arrêt ne rencontre jamais la butée et l'arbre des cames tourne, comme celui du volant, d'un mouvement absolument continu : il ne s'ensuit donc aucun dommage pour l'appareil; enfin, dans le système ordinaire, lorsqu'un choc se produit entre la came correctrice et une dent de la roue, l'une des pièces en présence peut être brisée et il y a, pour cela, d'autant plus de chances que le volant est plus serré sur son assiette; avec cet embrayage, la même rencontre anormale se produisant, il est à présumer que le glissement du volant sera complété par un autre glissement de l'armature sur les couronnes polaires de la bobine, et que la rupture des pièces sera évitée.

Communications électriques. — La figure 6, ci-dessous, nous montre l'agencement des communications électriques : aux trois bornes que comporte le Hughes ordinaire, en sont ajoutées deux, correspondant respectivement à l'entrée et au massif d'un relais; celui-ci, recevant les courants de ligne, commande la bobine d'entraînement, dont l'entrée, par l'intermédiaire du frotteur, est reliée à la borne « Local » (nous examinerons plus loin les considérations qui militent en faveur de l'adjonction d'un relais). La sortie de la bobine est réunie, comme nous l'avons dit, au massif de l'appareil, en communication lui-même avec la borne T, ce qui a nécessité le sectionnement du levier de transmission en deux parties isolées l'une de l'autre, comme dans les Hughes du poste central de Paris. Rappelons, à ce propos, que l'Administration a décidé d'appliquer progressivement cette disposition à tous les appareils : celui qui nous occupe est donc conforme à la règle qui sera bientôt générale.

Un courant, venant de la ligne par la borne L, arrive à la partie isolée du levier de transmission, passe dans la butée de repos de celui-ci et va faire fonctionner le relais; ce dernier envoie son courant local dans la bobine d'entraînement. Au départ, le contrôle est obtenu par une dérivation prise sur le levier de transmission, à travers une résistance appropriée, et qui va, par la borne R, faire fonctionner le relais : celui-ci actionne la bobine comme à la réception.

De même qu'au poste central, la manette m est en communication avec la terre et le plot m' avec la butée de repos du levier de transmission.

Un shunt de 1000 ohms, placé entre le butoir de travail et l'armature du relais, évite l'étincelle entre ces pièces de contact. Il a paru avantageux de placer de la sorte le shunt, au lieu de le mettre simplement en dérivation sur l'entrée de la bobine d'entraînement : le faible courant qui, entre les signaux, parcourt ainsi cette dernière, détermine comme une sorte d'amorçage magnétique de celle-ci et concourt à la rapidité de son action.

Réglage. — Le réglage de la partie mécanique est fait, en très grande partie, lors de la construction; avant la mise en service, on s'assure de la liberté des pièces mobiles : la partie articulée de l'armature doit se déplacer franchement sous l'action de son ressort-lame, lorsqu'après l'avoir redressée, on l'abandonne à elle-même; le ressort à boudin, qui s'appuie sur le piston p (fig. 1), doit être assez énergique pour ramener également franchement l'arbre des cames à la position de repos, dès qu'on cesse de le pousser d'avant en arrière; on peut vérifier cette dernière condition, l'appareil étant fermé, en soulevant le levier de transmission, comme si on transmettait au Morse une série de points consécutifs : on doit voir l'arbre des cames, attiré par la bobine, revenir ensuite rapidement vers l'avant.

La vis qui limite le déplacement longitudinal de l'arbre des cames doit être enfoncée, de manière qu'à l'état de repos l'armature se trouve à 1 mm environ des couronnes polaires de la bobine d'entraînement; cette distance, d'ailleurs, est réglée une fois pour toutes : dans les constructions ulté-

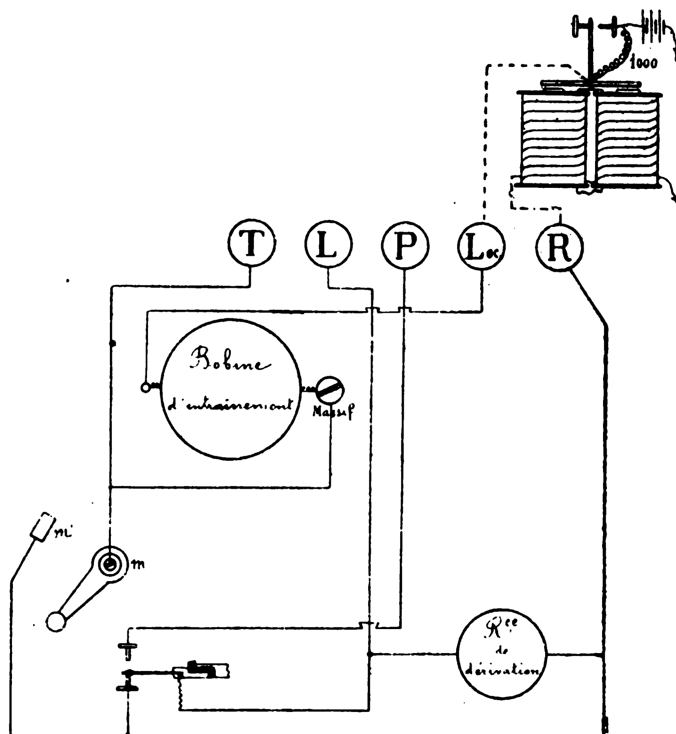


Fig. 6. — Communications électriques.

rieures, une détermination exacte de la portée qui s'engage dans le pontet d'avant de l'arbre des cames permettra de supprimer cette vis de réglage.

Lorsque la position de l'armature est définie, on assure le maximum de prise (1 mm 1/2 environ) entre le doigt d'arrêt et sa butée, en déplaçant cette dernière dans sa coulisse.

Le frotteur doit appuyer suffisamment dans la gorge de la poulie pour assurer une bonne communication, sans, toutefois, que sa pression soit exagérée, un frottement trop grand pouvant, vu la grande vitesse de rotation de l'arbre des cames, occasionner le ralentissement de l'appareil. On détermine la position à donner au frotteur, en faisant pivoter, dans l'équerre en ébonite, le plot qui le supporte.

La bobine a une résistance de 17 ohms environ, l'expérience a démontré qu'une intensité de 0,6 à 0,7 amp suffit pour assurer l'attraction. Si la pile était trop faible, des glissements pourraient se produire en cas de fort travail de la came correctrice et on tomberait dans les défauts qui se manifestent, en cas d'usure des dents du cliquet et du rochet de détente, dans le Hughes ordinaire.

Le réglage en ligne, sauf, bien entendu, pour ce qui concerne le synchronisme, porte exclusivement sur le relais. Lorsque celui-ci, comme dans la figure 6, sera du système Baudot, on pourra adopter une combinaison des deux réglages possibles, c'est-à-dire surélever légèrement la bobine qui se trouve du côté du butoir de repos et abaisser l'autre; puis, parfaire ce réglage en déplaçant les butoirs. L'adoption du relais modifié par M. Robichon offrirait de grands avantages au point de vue de la mise au point. Celle-ci, dans tous les cas, sera faite pour la plus grande vitesse que pourra prendre l'appareil et on n'aura pas ainsi à la modifier en cas de diminution.

Considérations générales. — Nous avons noté, chemin faisant, quelques-uns des avantages que paraît présenter le nouveau système : simplification du mécanisme de détente, atténuation importante de la brutalité inhérente au fonctionnement même de l'appareil, diminution des chances de rupture de pièces en cas de choc, suppression des divers réglages se rapportant à la détente et de celui, assez délicat, de l'électro-aimant qui devient inutile et à la défectueuse exécution duquel on pourrait imputer, dans beaucoup de cas, une partie des difficultés éprouvées sur certaines lignes, notamment sur les fils souterrains. Il est vrai que ce dernier réglage est remplacé par celui du relais et c'est là, croyons-nous, le point sur lequel porteront principalement les objections opposées au système qui nous occupe.

L'introduction de cet organe supplémentaire présente, comme toutes choses, ses avantages et ses inconvénients. Nous n'avons pas qualité pour départager partisans et adversaires, et nous nous bornerons à mentionner les raisons qui paraissent militer pour et contre cette introduction, laissant à des plumes plus autorisées que la nôtre le soin de faire la balance.

Depuis quelques années, on tend, en Angleterre notamment, à généraliser l'emploi de relais, affectés en propre à chaque ligne et actionnant, par un courant local, les appareils récepteurs; cette méthode entraîne l'obligation d'établir, entre chacun de ces derniers et la rosace des fils, deux conducteurs supplémentaires, les reliant à l'entrée et au massif du relais; son adoption dans les grands centres, tels que le Poste central de Paris, n'irait pas sans un certain bouleversement; elle nécessiterait, en outre, la transformation des bobines réceptrices des appareils et l'adoption d'un système particulier de renvois, évitant les manœuvres multiples à chaque changement de fil de ligne; enfin, un personnel spécial devrait être affecté à l'entretien et à la surveillance des relais; toutes choses qui, en bonne exploitation, doivent entrer en ligne de compte.

A côté de ces facteurs défavorables, l'emploi de relais présente d'incontestables avantages, aussi l'Administration anglaise n'a-t-elle pas hésité à installer, au Post-Office de Londres, un « multiple » du genre de ceux qu'on trouve dans les centraux téléphoniques, desservant 1150 fils et permettant, en outre, grâce aux relais, de relier entre eux les différents bureaux de la capitale (1); au point de vue de la régularité du fonctionnement, le relais, auquel on ne demande aucun travail mécanique, doit être beaucoup moins affecté par les variations du courant de ligne, variations résultant des influences extérieures; l'appareil ne recevant que des courants locaux, ceux-ci sont constamment égaux à eux-mêmes et il est toujours loisible de leur donner l'intensité qui convient au genre de travail qu'on en attend.

Si l'on considère l'influence que peut avoir le récepteur sur la forme de la courbe d'intensité à l'arrivée, on voit que celle-ci ne sera pas la même, suivant qu'on recevra les émissions dans un relais ou directement dans l'appareil : l'électro-aimant Hughes a une grande résistance (1200 ohms) et une grande self-induction (29 henrys au repos), par suite de sa masse et de la fermeture complète de son champ magnétique, tandis que le relais Baudot, par exemple, n'oppose au courant que 200 ohms et 4 ou 5 henrys. On voit que, toutes choses égales d'ailleurs, la courbe sera plus redressée avec le second qu'avec le premier : cette circonstance, nous l'avons démontré dans un précédent chapitre, est éminemment favorable à la régularité du fonctionnement des appareils dans lesquels les signaux sont différenciés par le *moment* de leur apparition. Le même avantage se présente lors de la décharge, qui est d'autant plus rapide

(1) Estaunié, *Traité pratique de télécommunications électriques*, p. 638.

que les deux facteurs ci-dessus sont moins importants.

En allant plus loin encore dans cette voie, et en employant des relais à cadre galvanométrique (relais Claude, par exemple) qui sont presque complètement dépourvus de self-induction, on rendrait meilleures encore les conditions du fonctionnement; enfin, on pourrait, tout en se maintenant dans les limites convenables, diminuer la tension des piles de transmission, ce qui aurait pour résultat d'atténuer les effets d'induction électro-statique et électro-dynamique qui, avec la décharge, constituent l'une des principales entraves aux communications par les lignes souterraines. Dans l'état actuel, les essais déjà faits laissent espérer qu'avec le nouveau système on pourra, toutes autres choses restant égales, augmenter la vitesse de rotation des appareils, c'est-à-dire le rendement des conducteurs.

La voie nouvelle, ainsi ouverte, justifiera-t-elle, dans le domaine de l'exploitation, ce qu'elle a, pour l'instant, de séduisant? L'expérience seule le dira; mais il semble que les résultats déjà obtenus doivent constituer un puissant encouragement à la poursuite des études entreprises au laboratoire de l'Ecole professionnelle supérieure (1).

E. Montoriol.

LA NOUVELLE
STATION CENTRALE DE WATERSIDE
DE LA COMPAGNIE ÉLECTRIQUE EDISON A NEW-YORK

Suite (2).

Le courant continu, produit directement ou transformé du courant alternatif par les machines commutatrices, qui se trouvent dans les diverses stations de la compagnie Edison de New-York, est fourni par 16 stations et sous-stations qui sont reliées en 200 points par des feeders; ce courant est envoyé dans l'énorme réseau des câbles souterrains qui s'étend de la place Batterg au sud jusqu'à la 130e rue au nord et de la rivière Hudson jusqu'à l'East River.

Le projet de la station de Waterside a été établi de telle sorte que si un court circuit ou un accident quelconque venait à se produire dans un câble, dans un interrupteur ou dans tout autre appareil cet accident serait localisé à l'endroit où il s'est produit sans interrompre le service des autres parties du réseau.

L'idée qui a servi de point de départ a été celle de la division partielle en unités, composée chacune d'un seul groupe générateur, de telle sorte que ce groupe, avec ses appareils, constitue, pour ainsi dire, une station centrale complète et indépendante des autres. Il y a ainsi 16 stations centrales réunies dans une seule.

La même idée a été encore poursuivie dans la distribution des câbles souterrains qui réunissent la station du centre avec les nombreuses sous-stations; de la station de Waterside, 2 câbles au moins suivent un chemin complètement indépendant pour arriver aux panneaux de la station commutatrice.

Après avoir signalé ce point intéressant, nous pouvons dès à présent nous occuper de l'équipement électrique; nous commencerons par les génératrices.

Les génératrices. — Les 16 génératrices triphasées de 4500 kw produisent un courant alternatif à la fréquence de 25 cycles et à 6600 volts; elles appartiennent au type de génératrices à inducteur mobile à 40 pôles, accouplées directement; la vitesse angulaire est de 75 tours par minute.

L'inducteur mobile est claveté sur l'arbre de la machine à vapeur et boulonné au moyen du volant qui présente une saillie du coté de la génératrice. Les noyaux des électro-aimants inducteurs se trouvent boulonnés à la surface extérieure sur un anneau de fer composé de deux demi-cercles réunis entre eux par des ancres en forme de doubles T; l'anneau est supporté par une étoile à 8 rayons dont chacun est traversé par 2 boulons par lesquels la partie tournante est fixée au moyeu du volant.

Les électro-aimants sont enroulés d'un ruban de cuivre placé de champ et l'excitation normale est produite à la tension de 2200 volts; il est possible de la sorte de prendre le courant d'excitation, soit au tableau de basse tension, soit à la batterie d'accumulateurs dans le cas d'une avarie dans l'excitation. Le courant d'excitation arrive à l'inducteur par deux anneaux collecteurs en fer; on a employé de préférence le fer au cuivre à cause de la moindre résistance au frottement de ce dernier.

4 balais en charbon assurent un contact suffisant.

L'induit est construit en tôles d'acier, présentant les meilleures qualités magnétiques.

Les bobines sont placées dans des encoches de 112 mm de profondeur et de 38,5 mm de largeur et maintenues en place par des coins en queue d'aronde; il y a en tout 240 encoches, 2 par pôle et par phase.

Les extrémités des bobines sont disposées de façon à laisser entre deux bobines adjacentes un espace libre d'au moins 25 mm.

Les bobines sont, d'ailleurs, protégées par des enveloppes en tôle de fer, qui recouvrent l'induit.

L'inducteur mobile pèse 62 000 kg, l'induit 60 000, les plaques du bâti 10 000 kg, ce qui

(1) Extrait du *Cours sur l'appareil Hughes et les lignes souterraines*, par E. Montoriol.

(2) Voir *Electricien*, des 18 juin, p. 395; 30 juillet 1904, p. 71.

fait pour chaque générateur un poids total de 132 000 kg.

Le dispositif est tel que toute réparation aux enroulements des inducteurs aussi bien qu'à ceux des induits peut être effectuée, sans qu'il soit nécessaire de déplacer la partie supérieure de l'induit. Il suffit en effet d'enlever les deux boulons par lesquels les bobines sont vissées à la culasse pour remplacer n'importe quelle bobine de l'inducteur; de même les bobines de l'induit peuvent facilement être remplacées en enlevant deux électro-aimants des inducteurs. Les bobines de l'induit peuvent supporter un courant de 250 ampères par phase pendant 24 heures, sans que la température d'une partie quelconque excède celle de l'air de plus de 30° C. Le courant de 400 ampères par phase produit à peine pendant 3 heures une élévation de température de 50° C.

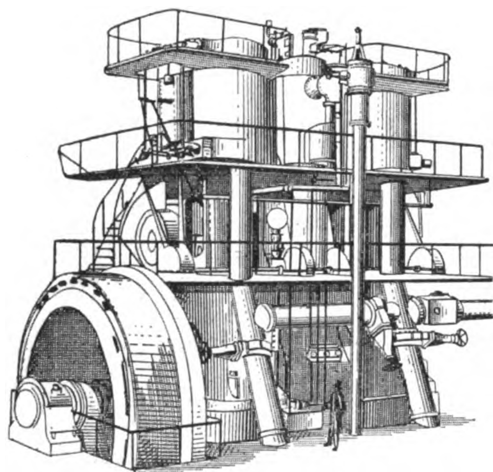


Fig. 5. — Groupe électrogène de la station centrale Waterside.

Les essais ont été faits par la méthode de résistance et par l'emploi du thermomètre. Les inducteurs ont été isolés pour supporter 15 000 volts alternatifs à l'essai pendant une demi-heure et 25 000 volts alternatifs pendant une minute.

L'isolation entre les inducteurs du champ, les anneaux du collecteur et la masse doit supporter 25 000 volts constamment. Le rendement de la génératrice à pleine charge et 1/4 de surcharge est de 97 0/0; à 3/4 de charge 96 0/0, à la moitié de la charge 95 0/0 et à 1/4 de charge 91 0/0.

Les excitatrices. — Il y a trois groupes de moteurs-générateurs, chacun étant composé d'un moteur d'induction triphasé de 225 ch sous 6600 volts directement accouplé à un générateur à courant continu de 150 kw à quatre pôles donnant 200 à 280 volts.

Ces excitatrices peuvent marcher constamment à pleine charge sans que la température excède celle de l'air ambiant de plus de 40° C; elles peuvent en outre supporter une surcharge de 33 1/3 0/0 pendant 3 heures.

Afin d'assurer une parfaite régularité du courant d'excitation du champ des génératrices, on a installé une batterie d'accumulateurs dont la capacité suffit pour exciter les 16 génératrices pendant 1 heure.

Cette batterie, qui est du type dit à chlorure de plomb, a été fournie par la Electric Storage Battery Company.

Les tableaux de distribution à haute tension. — Le tableau de distribution de cette station diffère des tableaux des deux autres stations de la Compagnie Edison de New-York en ce que les appareils qui servent à la manœuvre de chacune des génératrices sont placés sur un tableau spécial et, à chaque feeder, correspond un panneau séparé, au lieu d'avoir tous les appareils pour la manœuvre des génératrices sur un tableau commun et les appareils qui correspondent aux feeders sur un autre.

Les petits fils de connexion qui servent au montage des coupe-circuits, des relais, et d'autres instruments d'une génératrice ne viennent pas se croiser avec les fils de connexion des autres génératrices. Le tableau portant les appareils de manœuvre d'une des génératrices se trouve dans le même plan vertical avec le tableau portant les appareils de mesure de la même machine; grâce à ce dispositif l'électricien n'a point de chance de confondre les indications des différentes machines au moment de la mise en marche.

Chaque tableau a 65 cm de largeur, 37,5 cm d'épaisseur et 30 cm de hauteur; il porte un interrupteur de champ, un rhéostat à plots, un régulateur de vitesse, une fiche de synchronisation, le relai qui commande l'interrupteur principal. Les instruments de mesure des génératrices sont fixés sur un panneau directement au-dessus de chaque tableau, ces panneaux étant supportés par des traverses placées sur trois colonnes. Chaque panneau, ayant 1,75 m de hauteur sur 68 cm de longueur, comporte 3 ampèremètres, 1 voltmètre, 1 indicateur de facteur de puissance, un compteur et l'ampèremètre de charge. Tous ces appareils sont reliés à des transformateurs de potentiel et pour plus de sûreté ils ont un pôle relié à la terre. Il y a en outre 2 panneaux de centre qui portent 8 ampèremètres; chacun de ces ampèremètres est relié à une phase des 8 génératrices correspondantes, ce qui permet à l'électricien de service de de juger d'un seul coup d'œil de l'état de charge de chaque génératrice. Les instruments qui correspondent aux feeders, les interrupteurs, les relais etc., pour la commande des interrupteurs à huile sont montés sur des panneaux, placés derrière les tableaux des génératrices. Chaque feeder occupe sur ce panneau un espace de 27,5 cm. Au sommet sont placées les lampes terminus et au-dessous le wattmètre, l'indicateur de facteur de puissance, 3 ampèremètres, les interrupteurs et les lampes de couleur qui indiquent la position des interrupteurs à huile.

Les deux panneaux de centre correspondant aux feeders portent chacun 20 ampèremètres qui indiquent la charge dans les feeders.

Tous les instruments de mesure sont à échelle horizontale et ont été construits par la General Electric Company.

Les câbles des génératrices sont du type à conducteur unique en cuivre de 250 mm² de section isolés au papier de 10 mm et protégés par une enveloppe de plomb de 3 mm.

Les câbles d'excitation des génératrices sont aussi constitués par un simple conducteur de cuivre de 100 mm de section isolé au caoutchouc et recouvert de plomb.

Ces cinq câbles, réunis à sept autres conducteurs qui sont aussi recouverts d'une enveloppe de plomb, sont supportés sur des brides et logés dans un tunnel central qui les amène sous les tableaux de distribution. Dans le tunnel les câbles des deux machines adjacentes sont séparés par une plaque de fonte. En sortant du tunnel, les câbles des génératrices passent dans des conduits en briques et vont jusqu'aux interrupteurs correspondants. Les interrupteurs à l'huile sont manœuvrés par des moteurs; ils sont montés dans un bâti à compartiments construits en briques réfractaires. Les deux transformateurs de potentiel sont dans le même bâtiment où ils sont complètement enfermés dans des compartiments de briques réfractaires et de stéatite.

Les primaires de ces transformateurs sont reliés à la même phase, un des primaires étant réuni à la génératrice et l'autre à l'interrupteur du côté des bornes omnibus.

Ces transformateurs sont employés pour la synchronisation; ils sont montés de telle sorte que lorsque les potentiels des deux côtés de l'interrupteur de la génératrice sont égaux le voltmètre indique zéro.

Au-dessus de l'interrupteur principal, les câbles sont amenés entre des rangées de briques aux transformateurs de courant en série avec des ampèremètres et de là ils aboutissent à l'interrupteur-commutateur à huile; ce dernier ressemble à l'interrupteur principal, mais il permet de relier une des génératrices à l'une ou l'autre série des barres. Les interrupteurs sont disposés de telle sorte qu'on ne peut pas les fermer à la fois sur les deux réseaux.

(*A suivre.*) C. DOMAR.

BIBLIOGRAPHIE

Les turbo-moteurs et les machines rotatives, par H. DE GRAFFIGNY. 1 vol., format 250 × 165 mm, de 286 pages avec 128 fig. Prix : 10 francs (Paris, librairie E. Bernard).

Cet ouvrage, simplement descriptif, passe successivement en revue les diverses machines rotatives actuellement connues.

Après quelques considérations générales sur les machines tournantes en tous genres, l'auteur décrit d'abord les turbo-moteurs atmosphériques et les turbo-moteurs hydrauliques, en s'étendant principalement sur les turbines hydrauliques modernes.

Passant ensuite aux moteurs actionnés par la vapeur, il donne quelques renseignements généraux sur les machines rotatives à vapeur et aborde ensuite la description des turbines à vapeur, notamment celles de Laval, de Parsons et de Rateau.

Il termine par les turbo-moteurs à gaz tonnants et par diverses machines telles que pompes et ventilateurs actionnés par des turbines à vapeur.

-∞-

Propriétés et essais des matériaux de l'électrotechnique, par F. DE PONCHARRA. 1 vol. de *l'Encyclopédie scientifique des aide-mémoire*, format 190 × 118 mm, de 152 pages avec 28 fig. Prix broché : 2 fr. 50 (Paris, librairie Gauthier-Villars).

L'auteur a divisé cet ouvrage en trois parties, passant successivement en revue les corps isolants, les métaux conducteurs et enfin les matériaux magnétiques.

Dans chacune de ces parties, il rappelle les propriétés générales et caractéristiques de chaque corps, ainsi que les dernières applications intéressantes qui ont pu en être faites dans le domaine de la pratique. Il étudie ensuite les méthodes d'essai de tout ordre, auxquelles ces matériaux sont soumis au laboratoire et à l'usine, en exposant leur principe et les résultats les plus importants obtenus à l'heure actuelle.

Une large place a été faite aux essais à haute tension, aujourd'hui à l'ordre du jour, spécialement en ce qui concerne les isolateurs et les câbles souterrains pour transmissions d'énergie.

-∞-

La mécanique pratique. *Guide du mécanicien, procédés de travail, explication méthodique de tout ce qui se voit et se fait en mécanique*, par Eugène DEJONC. 4e édit. entièrement refondue, par C. CODRON, ingénieur, professeur à l'Institut industriel du Nord. 1 vol., format 168 × 105 mm, de VIII-632 pages avec 733 fig. Prix broché : 4 francs; relié toile : 5 francs (Paris, librairie Rothschild; Lucien Laveur, éditeur).

Comme son titre l'indique, ce petit ouvrage est bien un *Guide du mécanicien*, donnant les procédés de travail, l'explication de tout ce qui se voit et se fait en mécanique. Ecrit dans un style simple, clair, capable d'être compris par tous les ouvriers, il met à leur portée les renseignements indispensables pour le bon exercice de leur profession. La forme adoptée, qui est celle d'un Dictionnaire par ordre alphabétique de matières, permet de trouver, sans la moindre hésitation, ce que l'on cherche. Le format, très réduit, permet à l'ouvrier d'emporter son volume à l'atelier, au chantier, partout où il peut lui être utile.

Trois éditons de la *Mécanique pratique* ont été succes-

sivement très bien accueillies par le public. Pour cette quatrième édition, l'auteur étant mort, il a été fait appel à M. C. Codron, ingénieur, professeur à l'Institut industriel du Nord, qui joint à la science de l'ingénieur la pratique de l'enseignement technique et la connaissance des besoins de l'ouvrier.

M. Codron a éliminé ce qui était surabondant dans l'édition précédente, ou moins utile; il a respecté la forme des articles; mais, comme aujourd'hui l'apprenti, l'ouvrier ont des connaissances plus approfondies qu'autrefois, il a tenu à donner des définitions plus précises, plus techniques, à augmenter le nombre de figures (175 figures ont été ajoutées), facilitant la connaissance du texte.

Nous recommandons cet excellent petit livre aux contremaîtres, aux ouvriers, aux élèves des écoles techniques élémentaires et à toutes les personnes qui désirent acquérir des connaissances en mécanique.

-oo-

Il Radio *(le Radium)*, par Augusto RIGHI. 1 vol., format 235 × 152 mm, de 68 pages avec 13 fig. et 3 pl. Prix : 3 lira (Bologne, librairie Nicola Zanichelli).

Ce volume de la collection des *Actualités scientifiques* est la reproduction d'une conférence faite par le professeur A. Righi, le 25 mai dernier, à l'Association électrotechnique italienne. L'auteur passe en revue les propriétés si curieuses et si remarquables du radium et les expose avec la plus grande compétence et la plus grande clarté.

-oo-

Subject list of works on electricity, magnetism and electrotechnics in the library of the Patent Office (*Catalogue des ouvrages relatifs à l'électricité, au magnétisme et à l'électrotechnique qui se trouvent à la bibliothèque du Patent-Office*. 1 volume, format 164 × 103 mm, de 286 pages. Prix : 6 deniers (Londres, bureaux du Patent Office).

Cet intéressant catalogue contient les titres de 131 publications périodiques et de 2243 ouvrages représentant un total de 3792 volumes mis à la disposition du public dans les salles réservées à cet effet au Patent Office. C'est là une facilité que nous ne trouvons pas en France et qui pourtant mériterait d'être établie, vu les services qu'une pareille bibliothèque rend aux travailleurs et aux chercheurs.

Ce catalogue, parfaitement classé, est utile à consulter, car les électriciens y trouveront la nomenclature de la plupart des ouvrages publiés sur chacun des nombreux sujets du domaine de l'électrotechnique.

-oo-

Etude sur les bandages des roues de voitures motrices des tramways électriques, par A. SPILBERG, ingénieur à la Compagnie mutuelle de tramways de Bruxelles. Brochure, format 245 × 160 mm, de 46 pages avec fig. (Extrait du *Bulletin de la Société belge d'électriciens*).

Etude très intéressante et très complète sur une question généralement peu connue des électriciens, quoiqu'elle présente un grand intérêt pour ceux qui s'occupent de traction électrique.

-oo-

Rayons « N ». Recueil de communications faites à l'Académie des sciences, par R. BLONDLOT. 1 vol de la collection des actualités scientifiques, format 19 × 12 cm, de VI-75 pages avec 3 fig., 2 pl. et 1 écran phosphorescent. Prix : 2 francs (Paris, librairie Gauthier-Villars).

Le savant professeur de l'Université de Nancy a eu l'heureuse idée de réunir dans ce volume les nombreuses communications qu'il a faites sur ce sujet à l'Académie des sciences. Ces Mémoires ont été réimprimés tels qu'ils ont été publiés originairement dans les *Comptes rendus* de l'Académie; ils sont suivis de notes complémentaires destinées à élucider d'emblée pour le lecteur certains points sur lesquels la lumière n'a été apportée qu'à une période plus avancée de ces recherches, et à mettre au point quelques détails.

On ne s'étonnera pas de voir à la tête de ce Recueil un Mémoire : *Sur la polarisation des rayons X*; c'est, en effet, en étudiant les rayons X que l'auteur a reconnu l'existence des radiations toutes différentes auxquelles il a donné le nom de rayons N. Avant la distinction de ces deux espèces de radiations, il devait arriver forcément que l'on confondît les phénomènes dus aux unes et aux autres, En particulier, l'étude que l'auteur avait faite antérieurement concernant la vitesse de propagation des rayons X s'applique en réalité, non aux rayons X, mais aux rayons N. Il avait trouvé une vitesse de propagation égale à celle des ondes hertziennes, et, par conséquent, de la lumière. L'ensemble des propriétés des rayons N ne permettant pas de douter qu'ils ne soient une variété de la lumière, cette détermination de la vitesse n'est plus, à l'heure qu'il est, qu'une vérification d'un fait pour ainsi dire assuré. Malgré cela cette vérification ne paraît pas absolument superflue; elle montre au moins que les expériences ont été bien faites.

L'ouvrage se termine par une instruction pour confectionner des écrans phosphorescents propres à l'observation des rayons N et des indications sur la manière d'observer l'action des rayons N.

-oo-

Traité élémentaire des enroulements des dynamos à courant continu, par F. LOPPÉ. 1 vol. de la collection des actualités scientifiques, format 19 × 12 cm, de VI-80 pages avec fig. et 12 pl. Prix : 2 fr. 75 (Paris, librairie Gauthier-Villars).

L'étude des enroulements des dynamos à courant continu présente une certaine aridité, et les personnes qui ne sont pas habituées au calcul éprouvent de grandes difficultés à bien comprendre les théories et les formules des ouvrages spéciaux sur la matière, qui s'adressent à des lecteurs familiarisés avec les calculs.

L'auteur ayant été chargé du cours d'électricité industrielle à l'école professionnelle Diderot, a dû traiter la question des enroulements des dynamos à courant continu d'une manière simple et pratique, s'adressant à un auditoire peu habitué aux questions purement théoriques.

En commençant l'étude par les cas les plus simples,

et en en déduisant les cas plus complexes, on peut arriver assez facilement au but, et, en exposant la question comme il l'a fait, rendre des services à beaucoup de personnes s'occupant d'électricité.

Il a rendu aussi clairs que possible les méthodes et les schémas, passant toujours du simple au composé.

Le cas des enroulements fermés avec induits cylindriques (anneau ou tambour) est seul traité, les dynamos à circuit ouvert et les dynamos disques étant de moins en moins employées dans la pratique.

Etude sur les résonances dans les réseaux de distribution par courants alternatifs, par G. Chevrier, ingénieur à la Compagnie du secteur de la rive gauche de Paris, format 23 × 14 cm, de 76 pages avec fig. (Paris, bureaux de l'*Eclairage électrique*).

Voilà une question qui intéresse tout particulièrement les électriciens s'occupant de la distribution de l'énergie électrique par courants alternatifs. L'auteur a parfaitement traité cette étude qui a eu surtout pour objet de coordonner méthodiquement l'état actuel de nos connaissances sur ce phénomène.

Cette étude est divisée en trois parties : la première est un exposé succinct de la théorie des mouvements oscillatoires; la deuxième reproduit cette théorie spécialisée au cas des circuits présentant de la capacité et de la self-induction, et enfin, dans la troisième, l'auteur expose l'application des résultats précédemment obtenus aux conditions de la pratique courante.

Formulaire des Centraux. Résumé, par ordre alphabétique, des cours et projets de l'Ecole centrale, augmenté de tables usuelles et d'un abrégé de législation, par J.-B., ingénieur des arts et manufactures. Aide-mémoire de poche, format in-16 élégamment relié en peau souple, de 314 pages de texte et 250 pages de figures et pages blanches pour notes particulières. 2e édit. Prix : 6 francs (Vve Ch. Dunod, éditeur).

Ce formulaire est l'œuvre patiente d'un ingénieur qui a puisé, dans les cours si réputés de l'Ecole centrale, les solutions les plus récentes et les plus pratiques des problèmes qu'ont à résoudre couramment les ingénieurs et les industriels.

Présenté sous forme d'un dictionnaire, ce qui le rend facile à consulter, cet ouvrage, grâce à l'emploi de caractères fins, a pu être réduit à un format de poche, permettant d'avoir toujours sur soi les renseignements usuels. L'auteur s'est appliqué à exclure de son texte les grandes théories et les dissertations qui encombrent les Aide-mémoire, pour présenter les problèmes d'une façon bien homogène et condensée.

Pour vérifier un projet présenté par un constructeur, l'industriel trouvera donc, dans ce livre, sans se perdre dans les détails superflus, les formules et les tableaux lui permettant une correction facile. L'ingénieur, de son côté, aura sous la main les éléments nécessaires à l'étude de tout projet de mécanique, construction, électricité, hydraulique, etc., et se réservera le soin d'en développer les différents points selon le problème particulier qu'il aura à résoudre.

Grâce à cette forme résumée, grâce aux méthodes concises et ingénieuses des professeurs de l'Ecole centrale, en même temps qu'à une heureuse disposition typographique, on a pu facilement présenter aux ingénieurs, sous un très petit volume, le contenu des gros Aide-mémoire, qui ont toujours leur place réservée sur les bureaux. Nous ne saurions mieux recommander le *Formulaire des Centraux* qu'en faisant remarquer son prix très modeste pour les services journaliers qu'il peut rendre.

Les roues dentées. *Notions théoriques et tracés pratiques à l'usage des ouvriers mécaniciens et des élèves des écoles et des cours professionnels*, par A. Jully, inspecteur de l'enseignement manuel dans les écoles de la ville de Paris. 1 vol., format 250 × 165 mm, de VIII-150 pages avec 89 fig. et 5 pl. Prix : 4 francs (Paris, librairie E. Bernard).

L'artisan mécanicien a une curiosité instinctive qui le porte à chercher à se rendre compte des raisons d'être des tracés qu'il a à réaliser et il éprouve une satisfaction toute particulière à comprendre les raisons mathématiques dont les machines qu'il construit ou qu'il manie lui présentent l'application.

L'auteur a su choisir un mode d'enseignement facilement accessible à toutes les intelligences et son ouvrage est appelé à rendre des services aussi bien aux contremaitres et aux ouvriers qu'aux apprentis qui suivent des cours de mécanique appliquée.

Dans les huit chapitres qui constituent cet excellent traité, M. Jully étudie successivement le mouvement circulaire uniforme, le tracé des projets réciproques, les engrenages droits à denture intérieure, les roues d'angle, les roues et vis sans fin, les roues droites à denture hélicoïdale et les trains de roues dentées.

L'accumulateur électrique et ses applications industrielles, par L. Lyndon, traduit de l'anglais par Ch. de Vaublanc, ingénieur à la Société française de l'accumulateur Tudor. 1 vol., format 245 × 160 mm, de IV-392 pages avec 184 fig. Prix cartonné : 17 fr. 50 (Paris, librairie Ch. Béranger).

L'auteur a été conduit à la publication de cet ouvrage par le besoin évident où l'on se trouvait aux Etats-Unis de posséder un ouvrage pratique sur les accumulateurs s'adressant spécialement aux ingénieurs électriciens qui ne sont pas chimistes et donnant surtout des détails relatifs aux applications pratiques.

Le livre est divisé en deux parties.

La première est uniquement consacrée à l'accumulateur au plomb. Après avoir exposé une théorie générale de l'accumulateur et les conditions générales auxquelles doit satisfaire une plaque d'accumulateur, l'auteur étudie successivement toutes les phases de la fabrication, les variations de tension, l'électrolyte, les variations de capacité, le rendement, la résistance intérieure, la durée et les causes de détérioration, les soins à donner aux batteries, le montage des éléments, etc.

Dans la seconde partie, consacrée à l'appareillage auxiliaire et aux applications, on trouve des renseignements utiles et pratiques sur l'emploi des batteries; sur

les éléments de réduction, sur les résistances, réducteurs, survolteurs, rhéostats, disjoncteurs, etc.; sur les systèmes de distribution; sur le rendement d'une installation, etc.

L'ouvrage se termine par une note du traducteur sur l'accumulateur Edison.

-oo-

Nature intime de l'électricité, du magnétisme et des radiations, par A. Breydel. Brochure, format 245 × 160 mm, de 100 pages avec fig. (Paris, librairie V[ve] Ch. Dunod).

Dans cette étude des plus intéressantes, et nous dirons même des plus captivantes, l'auteur a exposé ses théories personnelles qui l'ont amené aux conclusions suivantes : le magnétisme est la conséquence de l'orientation, dans une direction déterminée, des tourbillons équatoriaux des atomes; l'électricité est la force résultant de tout mouvement de l'éther; un corps électrisé est un corps dont les mouvements atomiques ont été modifiés par une cause quelconque et agissent impulsivement et extérieurement pour les charges positives et révulsivement ou vers l'intérieur pour les charges négatives ou, plus simplement, un corps chargé positivement ou négativement a une tendance à radier extérieurement ou à attirer vers lui la matière et à attirer ou à repousser l'éther suivant sa charge.

Une étude de ce genre n'est guère susceptible d'être analysée, il faut la lire.

-oo-

Le graissage industriel, par Paul Tétedoux et Georges Franche. 1 vol., format 25 × 16 cm, de VIII-216 pages avec 134 fig. (Paris, librairie E. Bernard).

Personne n'ignore l'importance du graissage en ce qui concerne le bon fonctionnement des machines; mais suivant les organes qu'il faut lubrifier, l'on n'obtient un bon résultat qu'en effectuant un graissage rationnel. Que d'accidents seraient évités si l'on employait judicieusement le système de graisseur convenable ainsi que le lubrifiant approprié.

Un livre sur le graissage n'est donc pas inutile et nous dirons même qu'il devrait se trouver partout où l'on a des machines en marche.

Indépendamment de la question de bon fonctionnement des machines se pose aussi celle de la dépense, qui est assez importante en ce qui concerne le graissage, aussi l'industriel a-t-il tout intérêt à réduire cette dépense au minimum tout en assurant aussi parfaitement que possible la lubrification de ses machines et de ses transmissions, c'est-à-dire la marche régulière de son usine.

Les auteurs ont eu pour objectif d'écrire un guide essentiellement pratique destiné à donner à l'industriel et au mécanicien des renseignements précis aussi bien sur les lubrifiants que sur les appareils graisseurs.

L'ouvrage est divisé en cinq parties.

Dans la première, qui sert pour ainsi dire d'introduction, sont exposées sommairement quelques notions théoriques sur le frottement, le but et l'utilité du graisssage.

La deuxième partie contient l'historique des différents types de graisseurs à air libre et sous pression.

Les propriétés des diverses variétés de lubrifiants ainsi le contrôle de leurs qualités font l'objet de la troisième partie.

La quatrième partie comporte six chapitres traitant respectivement des petits appareils de graissage, des graisseurs à charge d'eau, des graisseurs par poids mort, des graisseurs mécaniques, des filtres, du graissage des locomotives et enfin du graissage des automobiles.

Enfin, la cinquième partie est consacrée à l'étude des paliers.

L'ouvrage se termine par une sixième partie dans laquelle sont énumérées les précautions à prendre pour éviter les accidents.



CHRONIQUE

Le chemin de fer électrique de la Stubaital (Autriche).

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* signale l'ouverture au service public, dans le courant de juillet 1904, du chemin de fer électrique de la Stubaital (Autriche). C'est la première ligne autrichienne sur laquelle on fait usage de courant monophasé. L'énergie est empruntée aux usines centrales des chutes d'eau de la Sill : il s'agit d'un courant alternatif monophasé d'une tension de 10 000 volts qui, abaissé à 2500 volts, est conduit directement à la canalisation aérienne. La ligne a un développement d'environ 20 km, avec un écartement de 1 m entre les rails; on y rencontre d'assez longues rampes de 45 0/00. Chaque train se compose d'une voiture automotrice et de deux remorques. Les voitures automotrices portent chacune quatre moteurs à courant monophasé, de 40 à 50 ch, qui leur permettent de franchir les rampes, à une allure de 25 km par heure, en remorquant des trains du poids de 44 tonnes. La ligne en question a été construite par la Société « Union Elektrizitæts », laquelle a égalèment aménagé l'installation génératrice de la Sill. Cette dernière installation a provisoirement une puissance de 5000 ch. — G.

-oo-

Une locomotive électrique à accumulateurs.

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* donne les détails ci-après sur une locomotive électrique à accumulateurs, récemment construite par la maison Siemens-Halske de Berlin : « Cette locomotive porte une batterie de 200 éléments du modèle de la Société Hagen; les plaques sont logées dans des bacs en rubellite (sorte d'ébonite). Cette batterie a une capacité de 184 ampères-heure au régime de décharge en deux heures; elle ne nécessite qu'une seule charge par jour. Les éléments sont logés, deux par deux, dans des caisses en bois revêtues d'une matière isolante et, en outre, soigneusement isolés de la terre par des cylindres en porcelaine. La charge a lieu au moyen d'un courant constant sous 110 volts; à cet effet, la batterie est divisée en 5 groupes, chacun de 40 éléments, qui se montent en parallèle. La tension de décharge de tous les éléments montés en série est de 360-410 volts. La locomotive précitée a un poids total de 26 840 kg, dont 10 000 kg pour la batterie et 4340 pour l'installation électrique. » — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 712 20 Août 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

FLUXMÈTRE

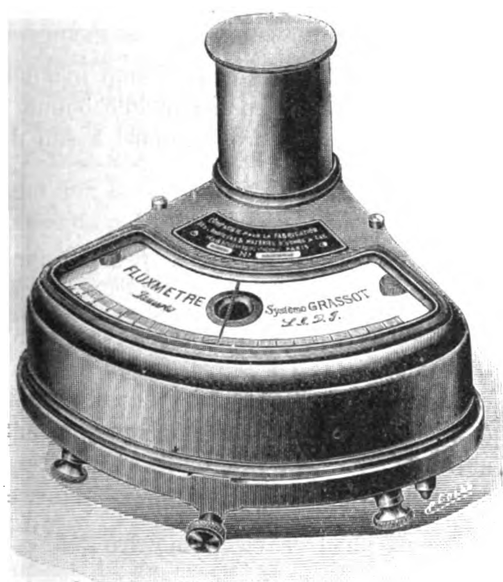
Système E. GRASSOT

Le fluxmètre (fig. 1), imaginé par M. F. Grassot, est un instrument de mesure électrique industrielle pouvant remplacer le galvanomètre balistique dans ses nombreux emplois.

Il permet de mesurer :

1° La quantité d'électricité qui traverse une résistance de valeur connue et ne présentant pas de self-induction;

2° L'intensité d'un champ magnétique sensiblement uniforme lorsque l'instrument est relié à une bobine ayant une surface et un nombre de tours déterminés.



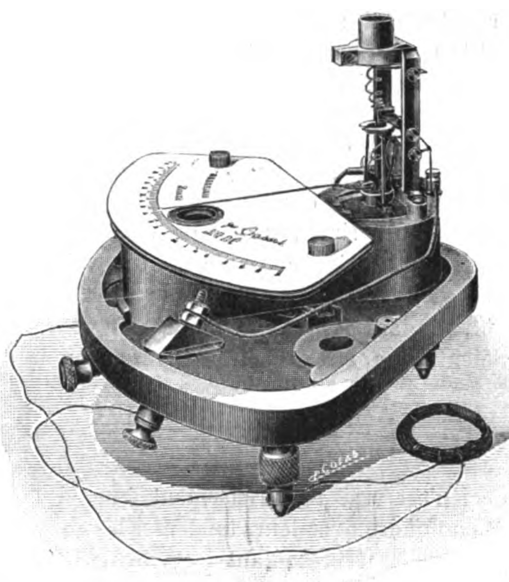


Fig. 1.

Les lectures se font généralement à l'aide d'une aiguille se déplaçant sur un cadran gradué. Pour les essais de laboratoire, l'instrument peut être muni, indépendamment de l'aiguille indicatrice, d'un miroir qui permet d'effectuer la lecture par réflexion sur une échelle divisée, placée à la distance de 1 mètre; on obtient ainsi une sensibilité environ vingt fois plus grande.

Le fluxmètre Grassot est fondé sur le principe d'une méthode galvanométrique indiquée par M. Féry et qui est la suivante :

La grande sensibilité acquise par les galvanomètres à cadre mobile, quand on les établit dans des conditions telles que le rapport $\frac{r'}{r}$ des résistances du fil de torsion et de la bobine mobile soit tel que l'on obtienne le maximum de sensibilité [1], empêche d'employer les méthodes ordinaires pour déterminer la valeur de l'intensité qui les traverse. En effet, quand le couple de torsion est très faible, le zéro est flottant et les déviations deviennent incertaines.

La détermination de la vitesse que prend l'équipage mobile peut, au contraire, servir à mesurer l'intensité avec une grande précision.

Si on considère le cadre mobile de l'instrument shunté par une faible résistance et se déplaçant sous l'action d'un courant de force électromotrice E, le travail moteur $\Delta\, w$ est, à chaque instant, égal à la somme du travail absorbé, d'une part, par la force contre-électromotrice et du travail absorbé, d'autre part, par le fil de torsion.

$$\Delta w = \mathcal{H}\, l \frac{E}{R} \Delta\delta = \mathcal{H}\, l \frac{e}{R} \Delta\delta + C\delta\Delta\delta$$

expression dans laquelle $\mathcal{H}$ représente le champ magnétique, $l\, \Delta\, \delta$ la variation de la surface de la bobine dans le temps Δt et C le couple de torsion.

En remarquant que $e = \frac{\Delta\delta}{\Delta}\, \mathcal{H} l$, c'est-à-dire $v\, \mathcal{H} l$, v étant la vitesse du cadre mobile à l'instant Δt, on voit que

$$E = \mathrm{K} v + C'\delta$$

(1) Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, séance du 13 mars 1899.

en faisant entrer dans les constantes K et C' les quantités invariables.

Si, à ce moment, on laissait l'équipage mobile revenir au zéro, il prendrait une vitesse opposée sous l'action de la force $C'\delta$, telle que

$$C'\delta = e' \frac{\mathcal{K} l}{R}$$

e' étant la nouvelle force contre-électromotrice donnant naissance au courant qui dissipe le travail accumulé dans la suspension. La bobine se déplaçant dans le même champ qu'à l'aller, on peut poser

$$C'\delta = \mathrm{K} v'$$

la constante K affectant la vitesse de retour étant la même que précédemment.

Il s'ensuit que si l'on pouvait connaître v', on aurait.

$$E = \mathrm{K}\,(v + v')$$

Pour appliquer ces considérations qui ne sont d'ailleurs rigoureuses que si le moment d'inertie de l'équipage mobile est très faible et les vitesses petites, il suffit d'observer la vitesse avant, pendant et après le passage du courant.

Soient v_0, v_1 et v_2 ces trois vitesses, on a

$$E = \mathrm{K}\left(v_1 + \frac{v_0 + v_2}{2}\right)$$

Ceci n'est vrai rigoureusement que si l'on peut confondre avec leurs tangentes les courbes exponentielles représentant les vitesses de déplacement en fonction du temps.

Le galvanomètre qu'a fait construire M. Féry n'a que 30 ohms de résistance, la bobine mobile pèse environ 3 grammes et elle est suspendue à un fil d'argent de 0,032 mm de diamètre et de 60 cm de longueur. Une différence de potentiel de 0,000 001 volt aux bornes, ce qui donne une intensité de 0,000 000 03 ampère dans le cadre mobile, imprime à l'index lumineux une vitesse corrigée de 6,75 mm par minute. La lenteur du déplacement permettant d'apprécier facilement 0,2 mm, on peut sans crainte doubler la durée de l'observation, ce qui permet d'apprécier une intensité de courant dix fois plus faible. M. Féry a reconnu expérimentalement la proportionnalité absolue des vitesses par rapport aux intensités pour des vitesses variant de 6 mm à 600 mm par minute.

Le principe de la méthode galvanométrique de M. Féry étant maintenant connu, il reste à examiner comment il a été appliqué dans le fluxmètre de M. Grassot.

Cet instrument est constitué par un galvanomètre genre d'Arsonval, dont le couple de torsion est très petit et a, par conséquent, un très grand amortissement. Si on applique aux bornes de ce galvanomètre une force électromotrice faible, le cadre, n'ayant aucun travail à effectuer, se déplacera avec une vitesse telle qu'il donnera naissance à une force contre-électromotrice de sens opposé et presque égale à celle qui est appliquée à l'instrument. Dans ces conditions, en désignant par α le déplacement et par E la force électromotrice appliquée, on a :

$$\frac{d\alpha}{dt} = \mathrm{K}E \qquad \alpha = \mathrm{K}\int E\,dt$$

En se déplaçant dans le champ magnétique de l'instrument, la bobine mobile donne naissance à un flux Φ proportionnel à son déplacement

$$\alpha = \mathrm{K}\,\Phi$$

ce flux est égal et opposé à $\int E\,dt$ appliqué aux bornes de l'instrument.

Si, au lieu d'appliquer une force électromotrice aux bornes de l'instrument on relie ce dernier à une bobine ayant un nombre de tours déterminé et placée dans un champ magnétique uniforme, toute variation de ce champ se traduira par une variation de flux dans la bobine, c'est-à-dire par une force électromotrice $E = \frac{d\Phi}{dt}$. La variation cessant, on aura produit aux bornes de l'instrument $\int E\,dt = \Phi$. On voit donc qu'une variation de flux dans la bobine extérieure correspond à une déviation déterminée de l'aiguille de l'instrument.

Le fluxmètre Grassot, construit par la *Compagnie pour la fabrication des compteurs*, a été réalisé sous la forme des voltmètres Meylan-d'Arsonval de cette compagnie et est très robuste.

Il se compose (fig. 2) d'un aimant permanent dont les deux pôles N S entourent un noyau cylindrique en fer doux A, en laissant un entrefer de quelques millimètres dans lequel on obtient un champ magnétique intense d'environ 1000 unités *C. G. S.* Dans ce champ et entourant le noyau A est placée une bobine B en fil de cuivre isolé. Cette bobine est suspendue au moyen d'un étrier et par l'intermédiaire d'un fil de cocon C à un ressort spiral plat P. Cette suspension sans frottement est très robuste,

parce que les chocs et les vibrations, qui casseraient infailliblement le fil de cocon s'il était fixé à une pièce rigide, n'ont d'autre effet que de faire fléchir le ressort P qui suit tous les mouvements verticaux de la bobine B. Les bornes L et L' de l'instrument sont respectivement reliées aux extrémités de l'enroulement de la bobine B par l'intermédiaire de deux ressorts spiraux R et R' en ruban d'argent excessivement mince. La bobine porte une aiguille indicatrice qui se déplace sur un cadran gradué; elle peut être ramenée mécaniquement au zéro en manœuvrant un bouton disposé sur le socle.

On étalonne le fluxmètre par les mêmes procédés que l'on emploie pour étalonner un galvanomètre balistique, par exemple, à l'aide d'un condensateur (fig. 3). Une clé M permet de charger et de décharger le condensateur C sur deux résistances R et R', le fluxmètre étant branché aux bornes de R'. En appliquant une différence de potentiel U aux bornes de la ligne $L\,L'$, le condensateur prend une charge égale à CU et l'intensité du courant traversant les résistances R et R' aura pour valeur

$$\int I\,\mathrm{d}t = CU$$

Ce courant produit aux bornes de R' ou du fluxmètre un nombre de volts-seconde égal à $R' \int I\,dt$ ou à $R'\,C\,U$; à la décharge, on a, aux bornes du fluxmètre, le même nombre de volts-seconde, mais de sens opposé, et l'aiguille indicatrice est ramenée à sa position initiale. L'amplitude de la déviation dépend seulement de R', de U et de C et leur est proportionnelle; elle est indépendante de R qui peut varier de zéro à 1 mégohm sans que l'on constate une différence sensible.

Le fluxmètre étant un galvanomètre excessivement amorti, on ne doit l'utiliser que relié aux bornes d'une résistance aussi faible que possible ne devant pas dépasser 20 à 50 ohms. Cette résistance ne doit pas présenter de self-induction notable lorsqu'il s'agit de mesurer une quantité d'électricité; elle doit être constituée par une bobine ayant un nombre de tours connu dans le cas où l'instrument est utilisé pour mesurer le flux d'un aimant; enfin, la bobine constituant cette résistance doit avoir un nombre de tours et une surface connus lorsqu'on a à mesurer l'intensité d'un champ magnétique.

Le fluxmètre peut, d'une manière générale, remplacer un galvanomètre balistique dans toutes les applications de ce dernier. Il convient toutefois de faire remarquer que le galva-

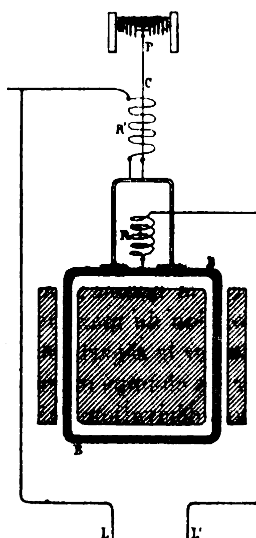


Fig. 2.

nomètre balistique donne des indications proportionnelles à $\int I\,\mathrm{d}\,t$, tandis que le fluxmètre les donne proportionnelles à $\int U\,\mathrm{d}\,t$; c'est pour ce motif que lorsqu'il s'agit d'utiliser le fluxmètre pour mesurer $\int I\,\mathrm{d}\,t$, il faut le brancher aux bornes d'une résistance n'ayant pas de self et de valeur inférieure à 50 ohms pour conserver à l'instrument un amortissement suffisant.

Le cadran du fluxmètre est divisé en 100 divisions de part et d'autre du zéro; un bouton

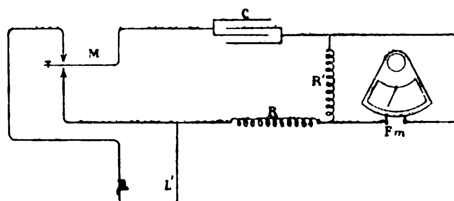


Fig. 3.

molleté permet de ramener et d'immobiliser l'aiguille au zéro.

Une division du cadran vaut environ 10 000 unités $C.\,G.\,S.$ de flux ou Maxwells, ce qui équivaut à 100 microvolts-seconde; la valeur exacte d'une division est indiquée sur le cadran. Il est fourni avec l'appareil une bobine

d'une surface moyenne de 10 cm² et d'un nombre de tours tel qu'une division de l'échelle corresponde exactement à 100 unités de flux ou à 10 unités de champ ou gauss.

Pour obtenir une plus grande précision dans les mesures on doit faire une lecture après avoir mis la bobine en place, puis faire une seconde lecture en retournant la bobine; la moyenne des deux nombres lus donne la valeur cherchée.

Pour étudier un aimant permanent, il suffit d'introduire l'aimant dans la bobine; la déviation de l'aiguille indique à chaque instant le flux qui traverse la bobine; on peut donc ainsi observer la position du maximum qui donne le flux total et étudier la répartition de ce dernier.

Pour étudier les champs magnétiques : entrefers de dynamos, dérivations magnétiques, etc., il suffit d'amener la bobine au point considéré pour avoir par simple lecture ou par la moyenne de deux lectures, dans le cas de retournement, la valeur de l'intensité du champ magnétique.

Pour mesurer une quantité d'électricité, on fait passer cette quantité d'électricité dans une résistance de 1, 2, 5 ou 10 ohms sans self notable, aux bornes de laquelle est branché le fluxmètre, pour avoir une déviation d'un certain nombre de divisions. En multipliant ce nombre par la valeur d'une division en microvolts-seconde et en divisant par la résistance, on obtient le nombre de microampères-secondes cherché. La résistance du fluxmètre n'intervient pas, le courant qui le traverse étant sensiblement nul.

Le fluxmètre peut être aussi utilisé comme galvanomètre : sa résistance d'amortissement critique étant de l'ordre de 1000 ohms il ne peut être employé que sur une résistance plus grande. Dans ces conditions, la déviation de l'aiguille est de l'ordre d'une division pour 0,01 microampère.

Pour les usages de laboratoire les fluxmètres munis de miroirs ont, comme on l'a déjà dit, une sensibilité environ vingt fois plus grande; une déviation de 1 mm correspond à environ 0,000 000 000 5 ampère.

J.-A. Montpellier.

L'ÉCLAIRAGE DES COMPAS DE ROUTE

On sait que le compas de route Thomson est maintenant universellement adopté par toutes les marines de guerre; on peut même dire qu'il est le seul actuellement en usage sur les grands navires, le compas à liquide ou Richtie modifié étant réservé aux torpilleurs et aux petits bâtiments. Les modifications importantes que sir William Thomson, maintenant lord Kelvin, a apporté à la construction de la rose sont fondées sur ce principe qu'un pivot trop chargé rend le compas peu stable à la mer et diminue sa sensibilité. Il convenait donc de rejeter vers la périphérie les pièces pesantes et d'augmenter autant que possible le diamètre de la rose; lord Kelvin a donc donné à celle-ci le poids strictement nécessaire pour éviter les déformations.

Cette rose consiste simplement en un anneau de papier fort et mince, supporté par un anneau d'aluminium. De cet anneau partent trente-deux fils de soie qui convergent vers une chape centrale et forment le cône de suspension où sont fixées les aiguilles.

L'aiguille des premiers compas était unique, plate et terminée en pointe, quelquefois on en disposait deux sur le même axe vertical, à peu de distance l'une de l'autre. Ici le système magnétique comprend huit petites aiguilles d'acier fin, semblables à des aiguilles à tricoter de grandeurs inégales de 5 à 8 cm; les plus grandes sont au centre. Elles sont toutes traversées vers leurs extrémités par deux fils de soie parallèles; les deux aiguilles extrêmes, les plus petites et, par suite, tout le système est fixé par quatre cordonnets au cercle d'aluminium. Tout cet ensemble ne pèse que 11,5 gr au lieu de 150 à 200 gr, poids des anciennes roses.

Lord Kelvin a également modifié le mode de suspension de la cuvette dans l'habitacle, de manière à éviter les vibrations des machines et les chocs résultant du tir des canons. Les tourillons de la suspension à la cardan sont munis de joints élastiques formés par des ressorts. Afin d'amortir les vibrations anormales, lord Kelvin faisait d'abord reposer la base inférieure de la cuvette, formée d'un hémisphère métallique, dans une coupe à demi remplie d'huile visqueuse; l'éclairage de la rose, pendant la nuit, s'obtenait alors forcément à l'aide d'un fanal disposé au-dessus du dôme de l'habitacle. Cette dernière transformation ne fut pas adoptée en France, où l'on préférait l'éclairage par transparence, au moyen d'une lampe placée dans l'habitacle, au-dessous de la cuvette, dont le fond était alors en verre; de cette manière, la partie supérieure était libre et les opérations de relèvements possibles.

Lord Kelvin vient de se ranger à cette opi-

nion, comme nous l'apprend *l'Electrician* de Londres, car il a modifié dans ce sens son compas de route.

Un logement au-dessus des aimants de compensation est aménagé dans le socle de l'habitacle et est destiné à une lampe à huile ou à une lampe électrique qui éclairent la rose par transparence. Le fond de la cuvette étant formé d'un verre épais, une couche d'huile amortit les vibrations anormales dues au tangage et au roulis. La suspension de la cuvette a subi également des perfectionnements et un système de ressorts extrêmement sensibles et bien combinés suppriment les oscillations irrégulières résultant de chocs. Le dôme a changé de forme, il est conique et pourvu de nombreux hublots ménagés dans la partie supérieure, ce qui facilite les observations et les opérations de relèvement; d'ailleurs, ce dôme peut tourner autour de l'axe vertical et faire ainsi coïncider ses ouvertures avec tous les points visés de l'horizon; un miroir azimutal est installé à poste fixe au-dessus du cadran et l'on peut s'en servir sans enlever le dôme.

Malgré ces perfectionnements, il faut avouer que toute lumière, agissant par transparence, est nécessairement faible, surtout ici, puisque les rayons lumineux doivent traverser deux épaisseurs de verre, une couche d'huile visqueuse et la feuille de papier où sont inscrits les degrés. Or on sait que l'homme de barre gouverne à l'aide de marques repérées sur les côtés de la cuve; il fait coïncider la route donnée inscrite sur la rose avec le repère de la ligne de foi parallèle à l'axe du navire. Il faut alors songer à la fatigue évidente que cet homme éprouve à suivre, à plus de 1 m en arrière de l'habitacle dont il est séparé par la roue du servo-moteur, les mouvements d'une roue de 25 cm de diamètre environ aussi faiblement éclairée et cela malgré les indications d'un timonnier qui reste auprès de lui pour surveiller la route. Il peut en résulter des embardées continuelles qui produisent, en s'additionnant, un écart réel d'autant plus sensible que la vitesse est plus considérable. Enfin ces déviations ne sont pas de suite enregistrées par la rose qui ne se met en mouvement qu'après un temps appréciable.

C'est pourquoi, à l'éclairage direct au-dessus de la rose qui empêche les relèvements et à l'éclairage par transparence en dessous de la rose qui est trop faible, nous préférons le système des repères lumineux imaginé par M. Lephay, alors qu'il était lieutenant de vaisseau; après expériences satisfaisantes, ce procédé a été adopté en principe par notre marine de guerre. M. Lephay ne modifie en rien la construction principale des compas; la seule adjonction qu'il y apporte consiste dans deux tiges de supports reliés à l'habitacle, en arrière de

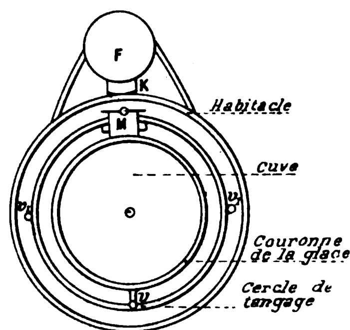


Fig. 1.

celui-ci, et supportant un fanal F absolument indépendant des compas. Ces tiges sont creuses et servent en même temps à l'aération de la lampe, s'il s'agit d'une lampe ordinaire à huile ou à pétrole. Les rayons lumineux partis de ce foyer arrivent par l'objectif K, que l'on règle à la distance convenable d'une petite fente dont on augmente ou diminue le diamètre à volonté, jusqu'à une lentille convergente M. D'après le principe des foyers conjugués, une image de la fente se formera dans le prolongement de l'axe de la lentille et sa grandeur naturelle se trouvera déterminée par la distance de l'objectif

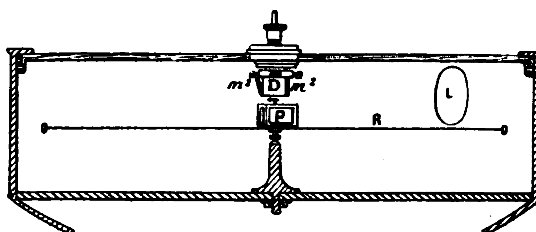


Fig. 2.

que l'on mettra au point, afin d'avoir une image bien nette.

Le faisceau lumineux, après son passage à travers la fente et la lentille, se réfléchit au centre A de la cuve sur deux systèmes prismatiques de miroirs D et P (fig. 2) Le système P repose sur la rose B. Quant à D, il est supporté par un petit cylindre de cuivre qui porte les miroirs fixes m^1, m^2 et par un bouton molleté B, appelé bouton de manœuvre, à l'aide duquel on oriente les miroirs. Une double image de la fente est donc renvoyée par ces miroirs

sur la surface intérieure de la cuve, l'une par le système P, l'autre par le système fixe D; cette deuxième image sera donc fixe et représentera la ligne de foi, tandis que la première sera mobile avec la rose et rend compte des variations produites dans le cap du bâtiment. Entre les deux images, on a tracé sur la cuve une épaisse ligne noire horizontale, afin de limiter nettement les traits lumineux et d'absorber la lumière diffuse des bords.

Pour gouverner avec ce compas, on oriente les deux systèmes de miroirs fixes et mobiles avec la ligne de foi et la route donnée; l'homme de barre, sans savoir lire et sans fatigue aucune, a pour tâche de maintenir ces deux images lumineuses dans le prolongement l'une de l'autre, il conservera ainsi le navire dans son cap en ramenant, s'il s'en écarte, le trait mobile vers le trait fixe.

Ce qu'il importait dans la construction de ce compas était de ne pas surcharger la rose: M. Lephayy est arrivé en se servant de lamelles d'aluminium, dont le poids total est insignifiant; un trou central traverse les bases du prisme qui repose ainsi sur le bouton de la rose tandis que la tige du bouton de manœuvre pénètre dans la base supérieure et peut se soulever au moyen d'un arrêt.

Les avantages du compas Lephay, dans la navigation de nuit, peuvent se résumer comme il suit :

1° Les hommes de barre, n'ayant plus besoin de connaître, si l'on veut, la route à suivre, ne risqueront plus de commettre d'erreurs dans la transmission des ordres, lors des changements de quart.

2° Le contrôle à distance est devenu facile pour l'officier, qui pourra distinguer les traits lumineux à plusieurs mètres.

3° Dans tous les cas, l'erreur de route sera toujours, au maximum, égale à la moitié de celle commise avec la méthode ordinaire, car à un déplacement angulaire quelconque de la rose correspondra une variation d'angle double du trait lumineux réfléchi par le miroir.

4° Les embardées, dès que le compas en subira l'effet, s'accuseront au début par un écartement des traits lumineux de plus en plus rapide. Un matelot, quelque peu habitué à la barre, pressentira bien vite, par cette accélération d'écart, le changement de route anormal, et la vitesse des traits étant le double de celle de la rose, il sera donc possible de corriger cette embardée, dès son début, sans provoquer un déplacement exagéré du gouvernail.

5° Il devient inutile d'éclairer toute la rose par des fanaux quelconques. Il en résulte que l'officier de quart et les hommes de veille ne seront plus gênés par le globe lumineux des compas; les traits lumineux ressortiront nets et clairs dans l'obscurité.

6° Enfin, avec cette rose obscure, on prendra d'autant mieux les relèvements, qu'aucune lumière voisine ne gênera la vue de l'observateur.

Le seul désavantage du compas à repères lumineux est que, sous l'effet d'un tangage accentué et prolongé, le trait mobile s'altère et disparaît momentanément, aussi ce procédé ne peut-il trouver d'application que sur les grands navires; il ne pourrait être utilisé pratiquement à bord des torpilleurs.

G. DARY.

L'ENQUÊTE ALLEMANDE

SUR LES COUPS DE FOUDRE ATTEIGNANT LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES (1)

M. Benischke a tout récemment présenté à l'Association allemande des électrotechniciens, au nom de la Commission nommée par cette dernière pour l'étude des dispositifs de protection contre les coups de foudre, un rapport dans lequel sont résumées les réponses faites par diverses stations centrales électriques allemandes au questionnaire qui leur avait été adressé.

Ce questionnaire était le suivant :

1° Avez-vous observé des décharges atmosphériques? Indiquer la date et l'heure en cas d'affirmative.

2° Les décharges atmosphériques ont-elles produit des dégâts ou des dérangements et dans ce cas quels sont les organes de l'installation qui ont été atteints (génératrices, moteurs, transformateurs, tableaux de distribution, sous-stations, canalisations, etc.).

3° Utilisez-vous des appareils de protection? Quels sont-ils? Où sont-ils installés? Employez-vous des bobines de réactance? Comment sont installées les prises de terre? Quels sont les cas dans lesquels les parafoudres ont fonctionné et quelles sont les observations faites à ce sujet?

4° Si une machine a eu son enroulement

(1) D'après un article de l'ingénieur Fumero. *Elettricita de Milan.*

détérioré par une décharge atmosphérique, indiquer la partie atteinte (à l'extrémité ou au milieu de l'enroulement). La rupture s'est-elle produite entre deux enroulements ou bien entre un enroulement et la carcasse?

5° Quels sont les phénomènes observés au moment où la détérioration s'est produite? Est-ce pendant un orage? Quelles étaient les conditions atmosphériques à ce moment?

6° Quelle est la puissance de l'installation (exprimée en chevaux ou en kilowatts), la tension normale? La distribution est-elle faite à courant continu (à 2 ou à 3 fils) ou à courant alternatif (simple ou triphasé)? Les génératrices alimentent-elles directement la canalisation ou bien y a-t-il des transformateurs intercalés?

7° Les carcasses des machines et des transformateurs ainsi que les boîtiers ou enveloppes des appareils sont-ils isolés d'une manière spéciale ou bien sont-ils reliés à la terre?

8° Certaines parties de l'installation, parcourues par le courant, sont-elles mises à la terre? Lesquelles? Y a-t-il des coupe-circuits fusibles ou de petits espaces d'air intercalés entre la canalisation et la terre?

9° Quelle est la longueur de la ligne aérienne? Passe-t-elle dans des vallées ou sur des hauteurs? Si l'installation comporte des canalisations à haute et à basse tension ou des lignes passant sur des hauteurs et dans des vallées, indiquer les conditions dans lesquelles se trouvent ces différentes parties. Indiquer spécialement celles qui ont été endommagées par les coups de foudre quoique munies de parafoudres. Indiquer aussi les parties qui, malgré de nombreux orages, n'ont jamais subi de détériorations.

A propos de ce questionnaire, notre confrère de Milan, l'*Elettricita*, fait remarquer qu'il est bien plus complet et précis que celui qui a été rédigé en Italie et il ajoute malicieusement que c'est beaucoup demander et qu'il est probable que ses compatriotes ne répondraient pas à autant de questions. Une note sommaire relative à un phénomène intéressant venant de se produire, c'est tout ce que l'on peut obtenir; mais il ne faut pas compter sur une relation complète, parce que, dit-il, les Italiens ne sont pas d'un caractère à faire de tels travaux.

Pour en revenir au rapport de M. Benischke, nous dirons qu'une centaine de réponses au questionnaire allemand parvinrent à la Commission. Ces réponses ont pu être classées en trois catégories :

1° Au premier groupe appartiennent les réponses qui ne contiennent aucun renseignement intéressant; elles sont au nombre de 36;

2° Le deuxième groupe comporte 22 réponses, donnant des détails sur les orages observés, mais n'ayant causé aucune détérioration;

3° Enfin le troisième groupe est composé de 41 réponses donnant des détails sur les dommages causés par les décharges atmosphériques.

Comme les installations comprises dans le troisième groupe étaient toutes pourvues de parafoudres des systèmes actuellement en usage, on peut en conclure, comme on l'a déjà fait dans les rapports des années précédentes, qu'il n'existe pas actuellement un système de protection présentant une sécurité complète.

Une installation faite dans le nord de la Bohême, déjà mentionnée dans les rapports précédents, est située dans une contrée où les orages et les coups de foudre sont très fréquents. Elle est protégée par des parafoudres à disques, à cornes avec ou sans soufflage de l'arc; en outre, chaque appui porte un parafoudre à pointe. Malgré tous ces dispositifs de protection, dans l'année qui vient de se terminer, il y a eu trois transformateurs mis hors de service et l'un d'eux, installé à la station centrale et servant à élever la tension de 2000 à 4000 volts, vient encore d'être tout dernièrement gravement endommagé. Il alimente une ligne aérienne de 10 km de longueur, établie en grande partie sur la crête d'une montagne et se termine sur une pente d'où jaillissent de nombreuses sources. Comme on le voit, cette installation ne peut être établie dans des conditions plus défavorables.

Un transformateur de la même installation a été foudroyé à plusieurs reprises dans le courant de l'année. Il est installé dans un endroit particulièrement humide, aussi est-il soigneusement isolé du sol à l'aide de supports en verre et les parafoudres qui le protègent ont une excellente prise de terre. Un autre transformateur, également isolé avec des supports en verre et placé sur la même canalisation, n'a jamais été foudroyé, quoiqu'il soit installé dans un terrain sec et sablonneux, à 50 m d'altitude de plus que le précédent et que les parafoudres aient une prise de terre assez mauvaise.

Comme ces observations se rapportent à une même période, on ne peut attribuer ces phénomènes au hasard; du reste, ces constatations sont une preuve de ce fait reconnu que les décharges atmosphériques tendent toujours à passer dans le sol par les endroits humides, ce

qui, du reste, est confirmé par l'examen des arbres qui sont foudroyés.

Dans cette même installation, il a été constaté que les coups de foudre ayant détérioré les transformateurs, toujours placés sur des isolateurs en verre, avaient eu pour effet de percer l'isolant par suite d'une décharge, soit entre deux parties d'un même enroulement, soit entre l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire, soit enfin entre un des enroulements et la carcasse.

Parmi les installations classées dans le troisième groupe, c'est-à-dire dans lesquelles la foudre a produit des dégâts, il y en a dix dans lesquelles les machines et les transformateurs sont isolés d'une manière spéciale. Dans trois d'entre elles seulement, on a constaté des détériorations de machines ou de transformateurs; dans les sept autres, les décharges atmosphériques se sont produites sur des instruments de mesure ou sur des appareils tels que les interrupteurs; la décharge n'a pas atteint l'enveloppe qui était isolée, mais bien les organes de l'appareil qui devaient probablement être en communication avec le sol par leurs supports.

Dans une autre installation, tous les transformateurs sont soigneusement isolés, sauf trois; un de ces derniers a été gravement endommagé. A côté de ce fait, le rapport signale une installation dans laquelle les moteurs sont placés sur des massifs en maçonnerie, tandis que les transformateurs sont parfaitement isolés; ce sont les moteurs qui ont été foudroyés, tandis que les transformateurs n'ont subi aucune détérioration.

En ce qui concerne les installations faisant partie du deuxième groupe, c'est-à-dire celles dans lesquelles on n'a constaté aucun dommage pendant les orages signalés, on peut noter les observations suivantes :

Dans six de ces installations, les machines et les transformateurs sont isolés; dans quatre, les carcasses sont reliées à la terre; enfin, dans les autres, les machines et appareils ne sont pas particulièrement isolés ni mis à la terre.

Une des quatre installations dans lesquelles les carcasses sont reliées à la terre a une canalisation aérienne établie à l'intérieur de la ville; une autre a une ligne aérienne installée dans une vallée et en partie sur une route bordée de grands peupliers; une troisième, à courant alternatif, a muni sa ligne à haute tension d'un conducteur supplémentaire mis à la terre. Ces trois installations peuvent être considérées comme présentant peu de chances de subir des avaries dues aux coups de foudre.

Dans les nombreux cas où les machines ont été foudroyées, il ne s'en trouve que quatorze où l'on ait indiqué exactement le point détérioré de la machine; ce manque de renseignements doit être probablement attribué à ce fait que la machine a été renvoyée immédiatement chez le constructeur pour être réparée et que l'on a négligé de se renseigner auprès de ce dernier. Dans neuf cas, la partie foudroyée se trouvait à une des extrémités d'un enroulement; dans trois autres cas, l'emplacement du défaut n'est pas précisé et l'on a dit simplement que le coup de foudre s'était produit entre l'enroulement et la carcasse. On peut presque en conclure que la pratique démontre l'efficacité des bobines de réactance.

Le rapport signale également des cas de décharges atmosphériques directes ayant produit des détériorations de parafoudres, d'appuis et d'isolateurs, alors qu'aucun orage ne se produisait dans l'endroit où les dégâts ont été constatés. On ne peut, dans ces cas particuliers, en déduire des indications générales sur l'influence qu'exerce la nature des terrains et la présence des arbres. La plupart des installations actuelles présentent un très grand développement et leurs lignes aériennes traversent tantôt des régions boisées, tantôt des régions complètement dépourvues d'arbres, aussi bien dans la plaine que sur les collines.

L'étude du rapport de M. Benischke montre que, non seulement en Italie, mais encore dans les autres pays, les industriels électriciens ne se sont pas encore rendu compte de l'importance que présente une étude sérieuse et complète des phénomènes d'électricité atmosphérique.

La question si complexe de la protection des installations électriques contre les décharges atmosphériques préoccupe également les électriciens américains et il y a à peine quelques mois, une discussion très intéressante a eu lieu à ce sujet à l'Institution des ingénieurs électriciens des Etats-Unis. Cette discussion s'est produite à la suite d'une communication de M. Mershon relative à un dispositif de protection mis à l'essai depuis quelques années et consistant dans l'établissement de conducteurs métalliques reliés à la terre et tendus tout le long de la ligne à proximité des conducteurs en charge.

Les électriciens américains ne sont pas d'accord sur la valeur efficace de ce système de protection. M. Mershon affirme que dans toutes

les installations où les résultats obtenus ont été peu satisfaisants, la cause doit en être attribuée à une mauvaise installation du fil protecteur ou bien à des prises de terre défectueuses.

La théorie émise par M. Mershon pour rendre compte du fonctionnement de son système de protection paraît être assez incomplète et peu concluante, car elle est fondée seulement sur des considérations de phénomènes électrostatiques et laisse complètement de côté les actions électromagnétiques.

Les fils de garde mis à la terre, dans le système Mershon, sont ordinairement des fils de fer galvanisés et, de préférence, des câbles nus formés de fils très fins; il paraît qu'il n'y aurait aucun motif de préférer l'emploi d'un fil métallique garni de pointes (fil de ronce) à un fil ordinaire. Généralement, on installe trois fils de garde, un au sommet de l'appui et les deux autres respectivement aux extrémités de la traverse; ces fils sont supportés par des isolateurs (probablement pour des raisons d'ordre purement mécanique) et les prises de terre doivent être aussi nombreuses et bien établies que possible.

Dans la discussion qui a suivi la communication de M. Mershon, M. Perrine a dit qu'il n'admettait pas que la présence des fils de garde puisse produire des pertes dangereuses d'énergie, par suite d'induction électromagnétique des conducteurs sur les fils de garde, car des mesures soigneusement faites ont permis de constater qu'il ne se produisait pas de pertes appréciables.

Les renseignements fournis par tous les ingénieurs des télégraphes concordent pour reconnaître une réelle efficacité à ce système de protection des lignes de transport électrique d'énergie et les déclarations de M. Kennelly à ce sujet sont très nettes.

Au cours de la discussion, on a cité ce fait que l'emploi d'appuis en fer pour l'établissement de la ligne aérienne de l'installation des rapides de Lachine présente de grands avantages au point de vue de la protection contre les décharges atmosphériques. Une autre remarque importante est que, la majeure partie des coups de foudre, observés sur les lignes électriques, ont frappé ces dernières en des points où elles se trouvaient disposées au-dessous de lignes préexistantes.

M. Fumero termine son étude en disant que la seule conclusion que l'on puisse tirer de toutes les observations relatées est qu'il règne la plus grande confusion possible dans les idées des électrotechniciens en ce qui concerne les phénomènes d'électricité atmosphérique et que actuellement nous sommes encore à ce sujet dans un état d'ignorance vraiment déplorable.

De K.

LES COMMUNICATIONS
PAR TÉLÉGRAPHIE SANS FIL
EN ITALIE

L'*Elettricita* de Milan publie à ce sujet d'intéressants renseignements que nous lui empruntons.

Dans le courant de ce mois d'août, la nouvelle station radiotélégraphique de Bari établissant une communication avec Antivari au Monténégro sera ouverte au service public.

Indépendamment de la station de Bari, dont la portée est de 600 km, on compte en Italie un certain nombre de stations ouvertes au service public et d'une portée de 300 km; ces stations sont les suivantes : Cap Mele, Palmaria, cap Sperone, Campo alle Serre, Asinara, Ponza, Santa Maria di Leuca, Viesti, Montecappuccini di Ancona, Tour des pilotes de Malamocco et Trapani.

Toutes ces stations sont outillées pour recevoir des télégrammes de l'intérieur et de l'extérieur à transmettre par radiotélégraphie aux navires en route et pour recevoir de ces mêmes navires des radiotélégrammes à retransmettre télégraphiquement en Italie ou à l'étranger.

Parmi les navires effectuant un service transatlantique et se rendant dans un port italien, ceux dont les noms suivent sont munis d'appareils de télégraphie sans fil et peuvent, par conséquent, entrer en communication avec les stations de la côte italienne dès qu'ils arrivent dans leur rayon d'action :

Compagnie générale italienne de navigation : Sardegna, Liguria, Lombardia.

Ligne Cunard : Aurania, Catania, Carpathia, Etruria, Isernia, Lucania, Sassonia, Umbria.

Norddeutscher Lloyd : Kaiser Wilhelm, Kronprinz Wilhelm, Kaiser Wilhelm der Grosse, Grosser Kurfürst, Kaiserin Maria Theresia.

Atlantic Transport Line : Minneapolis, Minnehaha, Minnetonka.

Ligne Allan : Parisian, Tunisian, Bavarian.

Red Star Line : Zeeland, Vaterland, Kronland.

Ligne Hambourgeoise-américaine : Deutschland, Augusta Victoria, Fürst Bismarck, Moltke, Bluecher.

American Line : Philadelphia, Saint-Paul, Saint-Louis, New-York.

Cᵉ Générale transatlantique : La Savoie, la Lorraine, la Touraine, la Bretagne, la Champagne.

Gouvernement belge : Princesse Clémentine, la Flandre, Princesse Henriette, Princesse Joséphine, Léopold II, Marie Henriette, Prince Albert, Le Rapide, Ville de Douvres.

Tous les bureaux télégraphiques d'Italie acceptent, par conséquent, les télégrammes à destination des navires munis d'appareils Marconi qui sont susceptibles d'entrer dans le rayon d'action des diverses stations radiotélégraphiques installées sur les côtes. De même, les télégrammes à destination du Monténégro et des autres Etats reliés télégraphiquement au Monténégro seront acceptés par tous les bureaux télégraphiques et dirigés par la voie Bari-Antivari.

La taxe établie pour les communications radiotélégraphiques entre la côte et les navires dans un rayon de 300 km est de 0,63 fr par mot, à laquelle il faut ajouter la taxe télégraphique ordinaire pour la retransmission à l'intérieur. Pour les télégrammes à destination de Monténégro, la taxe n'est que de 0,09 fr par mot, plus un droit fixe de 1 lira, tandis qu'actuellement, par la voie ordinaire, cette taxe est de 0,24 fr par mot. Pour les télégrammes à destination des Etats reliés télégraphiquement au Monténégro, la taxe ordinaire a été réduite par suite de la suppression des droits de transit.

A propos de télégraphie sans fil, il est une question qui vient d'être soulevée aux Etats-Unis et qui mérite d'attirer l'attention. Les journaux politiques ont annoncé dernièrement que la station de télégraphie sans fil du système Marconi, appartenant au *New-York Herald* et installée au phare de Nantucket, a eu son service suspendu par ordre du gouvernement américain. Cette station rendait de grands services aux passagers des transatlantiques qui étaient habitués à recevoir des nouvelles d'Amérique aussi bien que de l'Europe, dix à douze heures avant leur arrivée.

Cette interdiction a, paraît-il, d'après notre confrère l'*Elettricita*, une origine assez curieuse. Le système Marconi aurait, dit-il, excité des jalousies de la part de ses concurrents allemands; ceux-ci, ne trouvant pas d'autre moyen pour empêcher le service de cette station, ont eu recours à la voie diplomatique. A cet effet, l'ambassadeur d'Allemagne à New-York, par ordre du chancelier de l'Empire, a attiré l'attention du secrétaire d'Etat des Etats-Unis sur ce fait que les navires possédant une installation de télégraphie sans fil du système Marconi refusaient, sans en avoir le droit, d'entrer en communication avec les navires munis d'autres systèmes de télégraphie sans fil.

A la suite de cette démarche, le secrétaire d'Etat des Etats-Unis a demandé à la compagnie Marconi de bien vouloir échanger des communications radiotélégraphiques avec les navires pourvus d'une installation du système allemand. La compagnie Marconi a répondu qu'elle ne pouvait accéder à ce désir parce que cet échange de correspondance entraînerait de grandes difficultés techniques et qu'elle se déclarait dans l'impossibilité de pouvoir, pour de simples motifs de sentiments, détruire une entreprise qui avait nécessité plusieurs années de recherches et de travaux. Dans sa réponse, la compagnie Marconi fait remarquer que tous les paquebots transatlantiques, sauf les navires allemands, sont pourvus d'appareils Marconi et elle conclut en disant que la demande faite par le gouvernement allemand est plutôt platonique que réelle et montre que l'empereur Guillaume cherche à réaliser par voie diplomatique les résultats qu'il n'a pu obtenir sur le terrain commercial.

L'*Elettricita* termine en disant que c'est un moyen habile de résoudre la question qui avait été enterrée lors du premier congrès de télégraphie sans fil tenu à Berlin en 1903.

J.-A. M.

LA NOUVELLE

STATION CENTRALE DE WATERSIDE

DE LA COMPAGNIE ÉLECTRIQUE EDISON

A NEW-YORK

Suite (1).

Les barres omnibus de haute tension sont montées dans un compartiment spécial en briques réfractaires qui se trouve derrière le tableau de distribution de haute tension. Il y a deux séries des barres : les barres principales et les barres

(1) Voir *Electricien*, des 18 juin. p. 395; 30 juillet p. 71; 13 août 1904, p. 107.

auxiliaires ; chacune de ces séries peut être reliée soit à une des génératrices, soit à un des deux systèmes des feeders.

Le système de division n'a pas été admis dans ce cas. Cependant, chaque série peut être divisée dans le centre de la station donnant ainsi quatre groupes. Les barres sont composées de 4 lames de cuivre de 75 × 3,5 mm fixées à des supports qui passent à travers des manchons en porcelaine recouverts d'une gaine de toile. Les barres sont espacées entre elles de 0,90 m et séparées par une cloison en briques réfractaires, de sorte qu'un court-circuit entre les barres devient impossible. Du côté extérieur, les supports des barres sont munis d'une plaque à laquelle sont attachés trois raccords dont un sert à recevoir le câble qui traverse le plancher de l'étage supérieur et va à la génératrice, et les deux autres sont destinés aux câbles qui, en traversant le plancher de l'étage inférieur, viennent aboutir aux feeders.

Les câbles qui arrivent aux différentes barres sont espacés entre eux de 300 mm et séparés par une cloison de 10 cm d'épaisseur. Les câbles des feeders passent à travers des manchons en porcelaine logés dans le parquet, et des interrupteurs. Ces interrupteurs à lame de couteau sont montés sur des piliers de verre placés sur des barres en stéatite ; un verrou empêche de mettre en communication les feeders et les deux barres en même temps.

Le relais de limite de surcharge peut être réglé de façon à ouvrir le coupe-circuit automatique aussitôt que le courant dans les feeders dépasse une certaine valeur dans un temps donné ; si avant l'expiration de ce temps le courant tombe au-dessous de la valeur voulue, le coupe-circuit ne fonctionne pas et le relais revient en place automatiquement. L'étendue de cette période de temps peut varier de 2 à 6 secondes et la valeur du courant de 2 à 6 1/2 ampères, et puisque le rapport de transformation dans les transformateurs qui fournissent le courant à ces relais est de 70 à 1, ils peuvent fonctionner aussitôt que le courant dans les feeders a atteint une valeur entre 140 et 455 ampères. Les relais de la station de Waterside sont réglés de façon à pouvoir agir dans l'espace de 4 secondes.

La galerie supérieure contient, en outre, les interrupteurs automatiques à huile, les transformateurs de potentiel et ceux qui fournissent le courant pour le fonctionnement des relais et des appareils des feeders.

Les transformateurs sont complètement enfermés dans des compartiments construits en briques réfractaires et en stéatite. Le câble triphasé qui vient de la rue aboutit directement au-dessus des interrupteurs des feeders ; il se termine par une boite de jonction d'où partent 3 câbles simples qui le relient aux bornes de l'interrupteur à l'huile placé au-dessus permettant ainsi le croisement des conducteurs lorsqu'il s'agit de réunir les feeders en quantité.

Disposition générale du tableau de distribution. — Le tableau de distribution de haute tension est placé du côté ouest du bâtiment, où il occupe 4 galeries. Le tableau principal est à la 3e galerie, à la hauteur des plateformes des machines à vapeur. En examinant la figure 6, qui représente

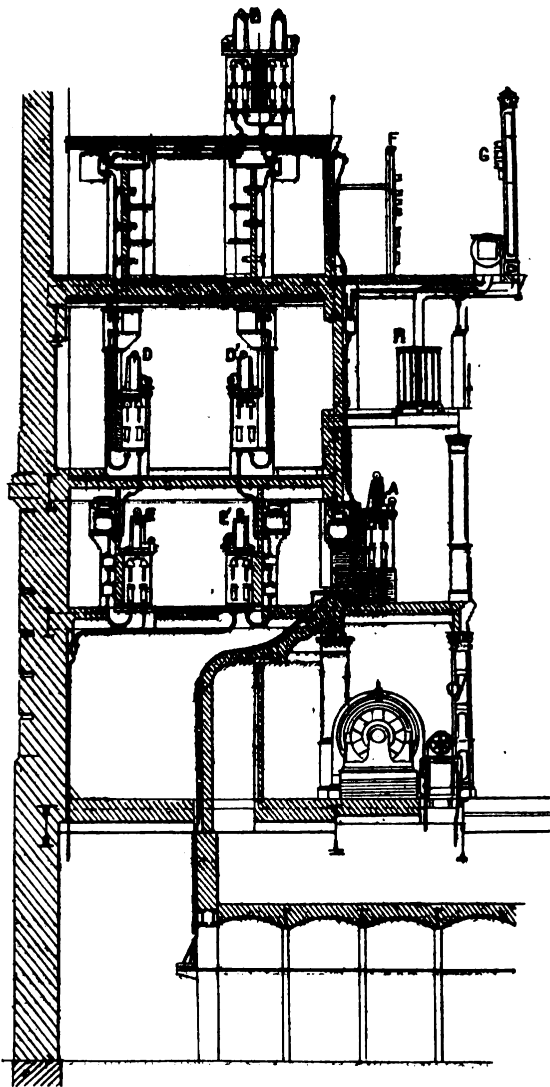


Fig. 6.

la section verticale à travers toutes les 4 galeries, on peut facilement suivre la marche du courant à partir de chaque génératrice. Le courant passe d'abord par des câbles qui aboutissent aux interrupteurs A de la 1re galerie et, de là, ils passent dans les interrupteurs B de la galerie supérieure. Ces interrupteurs permettent de fermer la machine soit sur les barres principales, soit sur les barres auxiliaires qui sont placées à la partie intérieure de la galerie. A partir des barres-omnibus, le courant passe dans deux coupe-circuits à huile D et E

pour arriver aux feeders. On a eu soin de placer 2 coupe-circuits en série au lieu d'un seul pour être sûr et certain qu'un au moins va fonctionner en cas de nécessité de couper le courant dans les feeders. En sortant des interrupteurs à l'huile, les feeders passent dans le sous-sol et, de là, dans les canivaux souterrains de la rue. Les galeries des tableaux de distribution dont la section verticale est de 1,20 m contiennent ainsi toutes les connexions à haute tension. Chacun des compartiments est si bien protégé par des matières incombustibles que tous les appareils, y compris les câbles, les interrupteurs et les transformateurs pourraient être au tableau. Avec les connexions telles qu'elles sont représentées dans la figure 8, les interrupteurs sont ouverts, ils sont fermés par le dispositif suivant : le petit interrupteur étant placé sur les bornes de contact supérieures, le circuit se trouve fermé sur un moteur-série de 1/2 cheval et un solénoïde représenté à l'extrémité de l'arbre ; le moteur se met en marche et en même temps un engrenage avec vis sans fin est mis en prise par l'action d'un solénoïde. La roue dentée porte un bouton qui constitue le centre d'articulation du levier d'un système articulé qui résiste à l'action d'un ressort fortement bandé ; dès que ce

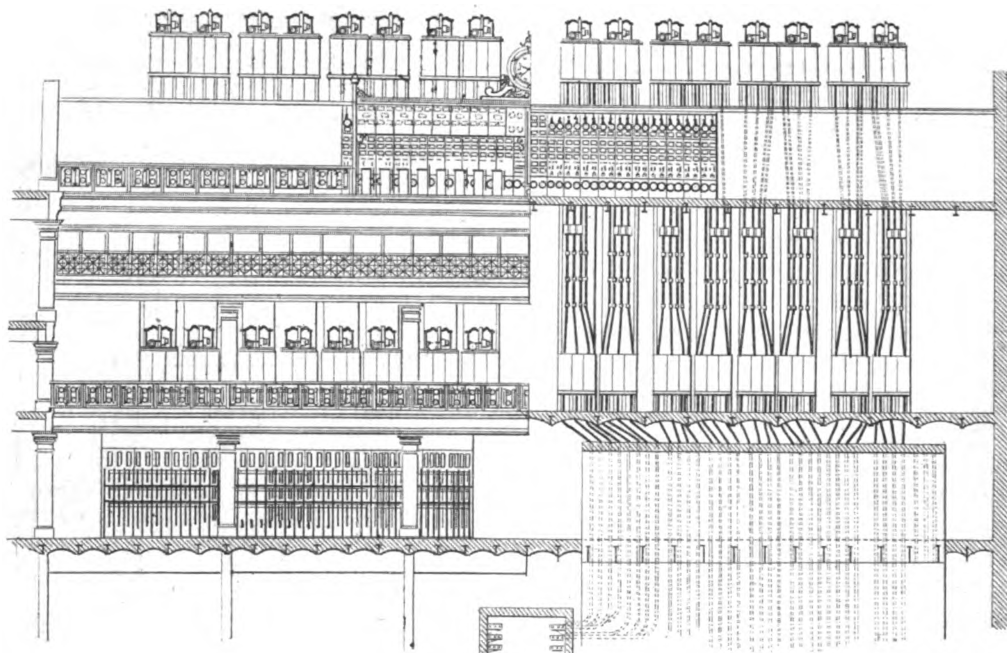


Fig. 7.

incendiés sans que les compartiments voisins s'en ressentent.

Les interrupteurs à huile sont de deux types : l'un fourni par la compagnie General Electric et l'autre par la General Incandescent Arc Light ; tous deux sont entièrement nouveaux. Dans l'interrupteur de la compagnie General Electric, six interruptions simultanées sont produites par le soulèvement de machoires de cuivre en forme de U réunis à une barre commune en bois ; la figure 7 représente les connexions qui assurent le fonctionnement de ces interrupteurs. Les lignes épaisses à droite de la figure indiquent la marche du courant à haute tension depuis les barres omnibus jusqu'aux lignes souterraines, placées dans le sous-sol ; les lignes fines représentent les connexions entre les interrupteurs et les instruments de mesure.

L'interrupteur désigné sous le nom « automatique » est ainsi appelé parce qu'il est manœuvré par un relai de surcharge ; la manœuvre des interrupteurs non automatiques se produit à la main bouton dépasse la ligne des centres, le ressort est libre d'agir et ferme brusquement le contact. Le moteur en continuant à tourner bande des ressorts antagonistes puissants qui serviront à ouvrir brusquement l'interrupteur lors de la manœuvre inverse ; quand on veut au contraire ouvrir l'interrupteur, on pousse le levier d'opération sur le contact inférieur, ce qui met de nouveau le moteur en action. L'opération entière dure environ une seconde.

La chambre qui contient les interrupteurs de la compagnie General Electric est entièrement construite en briques réfractaires et en briques poreuses ; elle est divisée par des cloisons de stéatite en 3 compartiments, dont un pour chaque phase. Chacun des compartiments contient deux réservoirs à huile formés en tubes de laiton étanches avec une garniture isolante, montés sur des isolateurs en porcelaine et réunis entre eux par un connecteur en forme de U renversé. Une barre de bois, qui, après avoir été chauffée jusqu'à l'élimination complète de la sève a été ensuite bouillie

dans de la paraffine pendant 24 heures, réunit cet U à une barre de fer placée au sommet de l'interrupteur et à laquelle les U des deux autres phases sont aussi réunis.

Le tableau de distribution à basse tension. — Ce tableau, représenté dans la figure 8, est placé au premier étage; il est divisé en deux parties, chacune contenant 3 séries des barres omnibus, lesquelles, en cas de nécessité, peuvent être réunies entre elles. Un de ces tableaux envoie le courant d'excitation aux inducteurs des génératrices, il contient en outre tous les appareils servant à la commande des génératrices, des interrupteurs à huile, des relais, etc... L'autre tableau commande les machines commutatrices de la station auxiliaire locale qui fournit le courant aux feeders de basse tension du réseau voisin ainsi que le courant qui sert à la manœuvre des grues, des ascenseurs ainsi que des nombreux moteurs placés dans le bâtiment. Quatre génératrices et une batterie d'accumulateurs, chargée par un survolteur spécial, fournissent le courant aux barres-omnibus d'excitation.

Les courants d'excitation et ceux des génératrices arrivent sur la série inférieure des barres-omnibus qui sont à une tension de 240 à 250 volts.

Le courant des excitatrices passe dans les barres omnibus par des interrupteurs inverseurs, de sorte qu'un interrupteur de haute tension étant fermé sur un moteur alternatif, la génératrice à courant continu est supprimée automatiquement aussitôt qu'elle commence à tourner comme moteur.

La station locale des commutatrices consiste en 6 machines de 500 kw chacune, d'une batterie d'accumulateurs et d'un survolteur qui fournit le courant à des barres omnibus réunies à 8 feeders de basse tension qui distribuent le courant au quartier de la ville compris entre la IVe avenue de la East River d'une part et la 30e et la 50e rues d'autre part. Actuellement il n'y a encore qu'une batterie d'accumulateurs et un survolteur et les deux tableaux sont réunis en un seul. Ceci n'est possible qu'à la condition que l'excitation des génératrices, les moteurs des interrupteurs à l'huile, les solénoïdes appartenant aux relais, les moteurs des grues, ceux des ascenseurs, etc., etc., soient calculés de façon à pouvoir marcher à la tension de 240 à 250 volts. Le tableau de basse tension a été exécuté par la General Incandescent Arc Light Company d'après les indications de la Compagnie Edison de New-York. Tous les ampèremètres sont du types Van Vleeck à disque horizontal, construits par la Western Electric Instruments Company. Pour les ampèremètres placés sur les feeders, une partie du feeder est employée comme shunt, dans tous les autres cas les shunts sont formés par un alliage spécial.

Les commutateurs des rhéostats, les interrupteurs, etc., qui servent à la commande des excitatrices, des commutatrices et des survolteurs sont montés sur des socle et directement au-dessus, sur un tableau de marbre, se trouvent placés les appareils enregistreurs. A chaque panneau de l'excitatrice il y a un coupe-circuit principal pour courant continu, un rhéostat de champ, un coupe-circuit de courant du champ, l'interrupteur pilote et le relais de surcharge qui sert à la manœuvre de l'interrupteur à l'huile. Le travail des excitatrices est enregistré par un ampèremètre alternatif et par un indicateur de facteur de puissance pour le moteur et par un ampèremètre continu pour la génératrice.

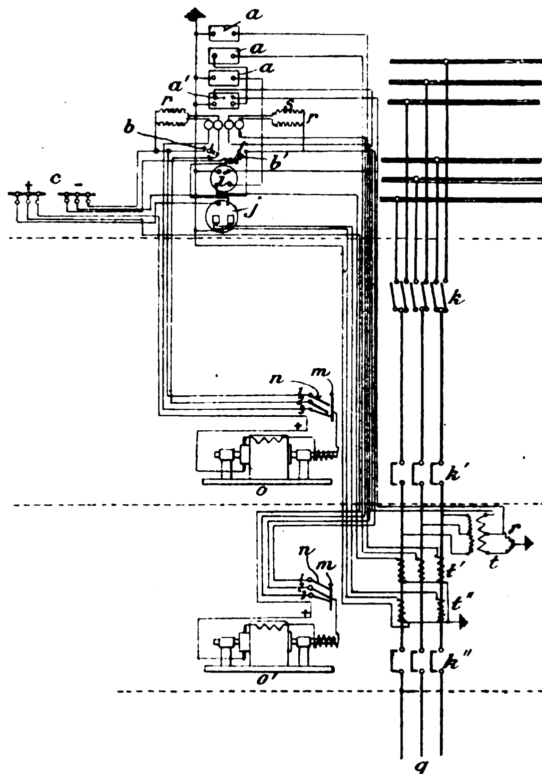


Fig. 8.

La commutatrice est munie d'un dispositif permettant de la faire fonctionner comme moteur à courant continu. Au moment de la fermeture du circuit un rhéostat et un plomb fusible sont intercalés dans le circuit de l'induit; quand le commutateur prend sa position définitive, le plomb fusible et le rhéostat sont mis en court-circuit.

Au-dessus de ce commutateur se trouve la manette du rhéostat de champ, l'interrupteur du courant du champ, les indicateurs de synchronisation et d'égalisation et un coupe-circuit pilote pour la manœuvre des interrupteurs magnétiques qui se trouvent placés entre les tranformateurs statiques et les commutatrices.

La communication entre la barre-omnibus de prise de courant et celle qui le reçoit est établie au moyen d'un commutateur placé sur le tableau de distribution.

Les appareils de la batterie des accumulateurs sont montés directement au-dessus du massif du survolteur; ils consistent en 4 commutateurs-inverseurs spéciaux avec des boutons de contact; ces commutateurs ont été fournis par la Electric Storage Battery Company; ils servent à la manœuvre des moteurs qui commandent les interrupteurs automatiques décrits plus haut, et qui se trouvent placés en avant de la chambre des accumulateurs dont ils sont séparés par une cloison. Au-dessus de ces commutateurs sont placés des indicateurs spéciaux qui permettent de voir le nombre d'éléments en circuit.

Câbles. — Les câbles venant des génératrices sont supportés par des chevalets dans une voûte ménagée dans toute la longueur de la salle des machines entre les 2 rangées des fondations. Chaque chevalet contient 3 câbles à conducteur unique de 250 mm² de section isolés au papier et recouverts de plomb; deux câbles sous plomb pour le courant d'excitation et des câbles de plus petit diamètre pour les moteurs qui commandent le régulateur de la machine à vapeur. Chaque chevalet porte les câbles d'une seule génératrice et il est séparé du chevalet voisin par une cloison ignifugée

Au sortir de la voûte, les câbles sont amenés par des conduites ménagées dans les murs aux interrupteurs à huile placés dans la galerie des tableaux de distribution du premier étage. Ces voûtes sont d'une construction très solide, elles constituent en réalité des chambres spacieuses qui permettent de poser dans l'avenir tous les autres câbles qui seront nécessaires pour répondre à l'étendue du service de la station.

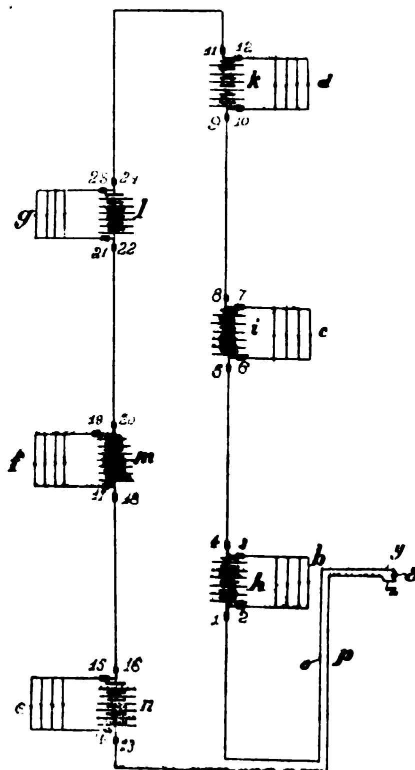
(*A suivre.*) O. DOMAR.



A TRAVERS LES BREVETS

340.673. — Zander. — Disposition d'un éclairage de sûreté pour théâtres, etc.

L'éclairage électrique étant à peu près généralement adopté dans les théâtres, etc., le besoin d'une disposition assurant cet éclairage lui-même après qu'un accident, incendie, a interrompu le courant principal est certainement pressant. Cet éclairage de secours doit évidemment être indépendant dans son ensemble du premier, de même que les lampes de chaque étage ou divisions du bâtiment doivent être indépendantes des autres. La présente invention résout cette question d'une manière très simple en faisant passer le courant qui provient d'une source d'électricité quelconque par des groupes de lampes disposés en séries, chacun de ces groupes comprenant une batterie d'accumulateurs disposés parallèlement de manière à former tampons. Lorsque le courant vient à faire défaut dans un groupe en série, ce sont ces accumulateurs qui l'alimentent, ainsi que cela a déjà été fait dans un but analogue pour l'éclairage des trains de chemins de fer. Cependant la présente disposition en diffère en ce qu'elle comprend un certain nombre de coupe-circuits intercalés près du commutateur des conducteurs, et en série dans le but de protéger autant que possible les accumulateurs contre tout dérangement. Ces dispositifs de sûreté seront placés de préférence de telle sorte que des coupe-circuits plus puissants se trouvent



en circuit avec la série auprès de l'un ou des deux pôles de chaque accumulateur et des coupe-circuits plus faibles entre les premiers et les dérivations allant des pôles des accumulateurs aux conducteurs des lampes, de telle sorte qu'en cas d'accident dans les conducteurs de ces lampes, celles-ci soient coupées par rapport à la commutation en série. Lorsque la source d'électricité est une dynamo, commandée par un moteur à courant continu, les deux pôles de cette dernière seront munis de dispositifs automatiques empêchant les accumulateurs de s'y décharger lorsque le moteur est en repos. L'ensemble de cette disposition, qui a été représentée d'une manière schématique dans le dessin ci-joint, permet d'alimenter un grand nombre de groupes de lampes à l'aide d'une même source d'électricité sans qu'il soit possible qu'un accident, court-circuit, etc., arrivant dans l'un des circuits, puisse interrompre le fonctionnement

des autres groupes. Si dans ce dessin la dynamo a été supposée placée dans la cave du bâtiment, les circuits *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, avec les accumulateurs correspondants *h*, *i*, *k*, *l*, *m*, *n*, seront disposés dans les trois étages de ces bâtiments de telle sorte que, si un court-circuit venait à se produire dans les conducteurs principaux *o*, *p*, les lampes des six circuits secondaires *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, n'en continueraient pas moins à être alimentées par leurs accumulateurs respectifs jusqu'à épuisement de ceux-ci. De même un accident à l'un des circuits *b* à *g* n'en laisserait pas moins en fonctions les cinq autres groupes reliés aux conducteurs principaux. Les coupe-circuits à bouchon fusible ont été désignés dans le dessin par les chiffres 1 à 24 et les disjoncteurs automatiques par les lettres *y* et *z*.

Communiqué par l'office Henri Boettcher pour la prise et l'obtention des brevets d'Invention en tous pays, 14, boulevard Saint-Martin, Paris.

BIBLIOGRAPHIE

La transmission électrique de la force dans les usines et ateliers, par R. Swyngedauw professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille. Une brochure, formant 24 × 16 cm, de 44 p. Prix : 2 fr. (Paris, Vve Ch. Dunod, éditeur.

L'auteur s'est proposé, dans cet opuscule, d'étudier avec de nombreuses données d'exploitation, les avantages généraux et économiques de la transmission électrique de la force, dans les usines et ateliers, sur les transmissions mécaniques.

L'étude très documentée des conditions économiques de la production de l'énergie fait ressortir la très grande supériorité des transmissions électriques d'énergie pour de grandes usines centrales d'une puissance de plusieurs dizaines de mille chevaux, distribuant de l'énergie aux usines et ateliers de toute une région industrielle.

Un chapitre très intéressant étudie les conséquences économiques et sociales de cette transformation. L'ouvrage est complété par de nombreux tableaux et résultats d'exploitation.

-oo-

La transmission électrique de l'énergie dans les pays industriels de houille noire, par R. Swyngedauw, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences, chargé de l'enseignement électrotechnique à l'Université de Lille. 1 vol. format 24 × 16 cm, de 144 pages, avec 44 fig. Prix : 5 fr. (Paris, Vve Ch. Dunod, éditeur).

De tous côtés, dans les régions des Alpes, la houille blanche des cascades est convertie en énergie électrique et transmise aux industriels souvent à des prix minimes, incomparablement plus bas que l'énergie mécanique fournie par la machine à vapeur ou le moteur à gaz.

Est-il possible de réaliser, dans les pays industriels de houille noire, des transmissions électriques d'énergie dans des conditions économiques comparables à celles des pays de houille blanche?

Comment et dans quelles conditions peuvent-elles se réaliser?

L'importance de ces problèmes ne peut échapper à tous ceux qu'intéresse la vie économique et sociale des régions industrielles de houille noire.

L'auteur a examiné ces questions dans ce livre, surtout au point de vue économique. La partie électrique, au contraire, a été réduite à sa plus simple expression et ne contient que les notions essentielles sur l'énergie et le courant, pour permettre aux industriels et aux ingénieurs qui ne sont point spécialistes en électricité, de comprendre le fonctionnement d'un transport d'énergie.

Les deux premières leçons comprennent l'exposé élémentaire des lois qui régissent les échanges d'énergie et les lois fondamentales des courants.

Dès la troisième leçon, on trouve l'exposé élémentaire des courants polyphasés et du fonctionnement des moteurs à champ tournant.

La quatrième leçon développe, avec un grand nombre de documents économiques à l'appui, les avantages généraux et économiques des transmissions électriques sur les transmissions mécaniques et l'étude en détail de la question du prix de revient de l'énergie dans les grandes usines centrales.

Les trois leçons suivantes abordent les pertes d'énergie, les hautes tensions et les accidents et appareils de protection des lignes.

La huitième aborde, d'une façon originale et neuve, les conditions les plus profitables de la transmission électrique de l'énergie, en général.

La neuvième donne un devis détaillé d'un transport électrique d'énergie de grande puissance et la comparaison avec le transport du charbon et avec le prix de revient de l'énergie des stations hydraulico-lectriques.

Une dernière leçon est consacrée à l'examen des conséquences économiques et sociales des transports d'énergie par de grandes usines centrales alimentant toute une région industrielle. De nombreuses données économiques complètent ce travail.

-oo-

Die Beziehungen Zurschen Aequivalentvolumen und Atomgewicht. Ein Beitrag sur Festigung und Vervollestœndigung der periodischen Systems der Elemente. (*Les rapports entre le volume et le poids atomique.* Etude tendant à fixer et compléter le système périodique des éléments), par le Dr W. Borchers. Une brochure in-8° de 17 pages. Prix : 0,80 mark. (Halle-sur-Saale, Wilhelm Knapp, éditeur, 1904.)

Dans cette brochure, M. Borchers présente quelques observations qui lui semblent devoir permettre de donner une plus grande précision à la loi périodique, loi à laquelle les récentes découvertes de MM. Ramsay et Curie ont apporté un regain d'actualité. Reprenant le système des courbes Meyer-Seubert formées de deux composantes, le poids atomique et le volume atomique, il a établi de son côté des courbes dans la formation desquelles, pour fixer la position des différents éléments, il fait entrer un troisième facteur, la valence. Comme de nombreux éléments présentent des valences variables,

il a toujours adopté, dans ses calculs et ses constructions, les valences maxima. Ce sont les résultats ainsi obtenus qu'il expose, en indiquant le classement des corps qui en résulte.

CHRONIQUE

Ecole supérieure d'électricité.

A la suite des examens de fin d'année, les élèves dont les noms suivent ont obtenu le diplôme d'ingénieur-électricien :

MM. Elluin.	MM. Patot.
Debout.	Nedeff.
Dive.	Dzierzbicki.
Moreau.	Legras.
Marie Saint-Germain.	d'Almeida.
Johann.	Bertoye.
Grosrenaud.	Chamonin.
Bouchard.	de la Chapelle.
Franckel.	Le Goff.
Nivet.	Aumont.
Aubin.	Martin.
d'Ambrières.	Durand.
Brune.	Fedoroff.
Hardelay.	Chemin.
Tirolloy.	Bilard.
Coulon.	Chedeville.
Thielmans.	Danis.
de Beauregard.	Gaillard.
Desjardin.	Winawer.
de Massias.	Courteaux.
Hochstetter.	Krakowski.
Lebas.	Guillon.
Perrier.	

Officiers désignés par M. le Ministre de la guerre :

MM. le capitaine Rochas.	MM. le capitaine Dewulf.
— Baudran.	le lieutenant Blot.
— Gouade.	— Fournier.

L'origine des élèves est la suivante :

Ecole centrale des Arts et Manufactures	4
Ecole Polytechnique	5
Licenciés ès-sciences	5
Ecoles nationales d'Arts et Métiers	7
Lieutenant de vaisseau	1
Enseignes de vaisseau	2
Maître-mécanicien de la marine	1
Etrangers	6
Admis par voie de concours	14

Un nouveau wagon à accumulateurs.

L'*Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger* signale un wagon à accumulateurs d'un nouveau modèle, mis en service sur les chemins de fer de l'Etat saxon depuis le 17 mars dernier. Cette voiture, affectée au transport des voyageurs de 3e classe, circule sur une ligne de banlieue entre Dresde, Cossebande et Mugeln. Elle se compose de deux parties égales, chacune à deux essieux, qui sont reliées ensemble au moyen de tourillons. On pénètre dans ce véhicule aussi bien par la plateforme centrale commune aux deux parties, laquelle est couverte et portée sur des ressorts, que par les portes situées aux deux extrémités. Chacune des deux parties présente un écartement des essieux de 4 m. Les roues ont 1 m de diamètre. La voiture en question présente une longueur totale de 18,9 m entre les tampons, avec une longueur libre de 3,12 m et une hauteur de 3,8 m depuis la face supérieure du rail jusqu'au toit. La hauteur libre est de 2,5 m. Chaque partie peut loger 40 voyageurs assis et 5 se tenant debout; de plus, la plateforme commune offre la place suffisante pour 8 personnes — ce qui donne un total de 98 voyageurs. Le véhicule, prêt à être mis en service mais vide de voyageurs, pèse 44 tonnes.

La batterie d'accumulateurs, composée de 184 doubles éléments, est logée au-dessous des banquettes dans des caisses en ébonite imperméables à l'air. Elle a une capacité de 430 ampères-heure au régime de décharge de 140 ampères; la tension moyenne de la batterie est de 365 volts. La voiture est actionnée par 4 moteurs à quatre pôles, montés en série et suspendus par des ressorts, auprès des essieux, au châssis de la voiture. Les essieux sont mis en mouvement par un engrenage réduisant la vitesse angulaire dans le rapport de 2,21 : 1. En outre du frein à main ordinaire, le wagon est muni d'un frein magnétique dont les quatre solénoïdes, mis en court circuit, développent une force de 2000 à 2400 kg, force qui est répartie, par une transmission à levier, sur 16 sabots. Huit lampes à incandescence éclairent l'intérieur du véhicule. La vitesse de marche est de 45 km à l'heure. — G.

Fourgons électriques pour le service des postes, à Milan.

Suivant l'*Elettricista*, on fait depuis peu circuler, dans les rues de Milan, un petit fourgon électrique affecté au service postal. Ce véhicule présente certaines modifications par rapport aux anciens déjà en service : il est d'un type tout nouveau et porte des moteurs perfectionnés. Le fourgon en question se divise en deux parties. Celle de l'avant est occupée par une plateforme où se trouvent établis tous les organes de commande, de direction et de marche, ainsi que les appareils nécessaires pour le contrôle du bon fonctionnement des moteurs et des accumulateurs. Quant à la partie intérieure, elle représente un bureau de poste en miniature; elle renferme jusqu'à des appareils de ventilation et de chauffage. Ce fourgon effectue un trajet d'environ 23 km et s'arrête devant chaque boîte aux lettres. Un facteur descend à chaque arrêt et recueille le contenu de la boîte rencontrée. Durant le parcours d'une boîte à l'autre, le même facteur trie les lettres et les frappe d'un timbre; il les remet ensuite à un agent qui les répartit dans autant de casiers qu'il y a de facteurs chargés de distribuer la correspondance dans les divers quartiers de la ville, à la fin de chaque tournée. Le temps nécessaire pour lever toutes les boîtes du parcours est de une heure et demie en moyenne. Le nouveau fourgon, qui sort des ateliers de la maison Camona, Giussani, Turinelli et Cie, ne dessert, provisoirement, que la partie intérieure de la ville enfermée dans les anciennes limites de l'octroi; mais on se propose d'étendre le même service à tous les autres quartiers de Milan. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 713 27 Août 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **30** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.*

MOTEUR A PÉTROLE

SYSTÈME MILLOT

Le moteur à pétrole, système Millot frères, est du type pilon à quatre temps avec soupape d'admission automatique et soupape de décharge graissage est entièrement automatique et il suffit, pour l'assurer, de maintenir l'huile à un niveau convenable dans le bâti. L'alimentation se fait avec du pétrole lampant de densité comprise entre 0,80 m et 0,85 m. De construction simple et robuste, ce moteur est d'un fonctionnement sûr et très facile à conduire.

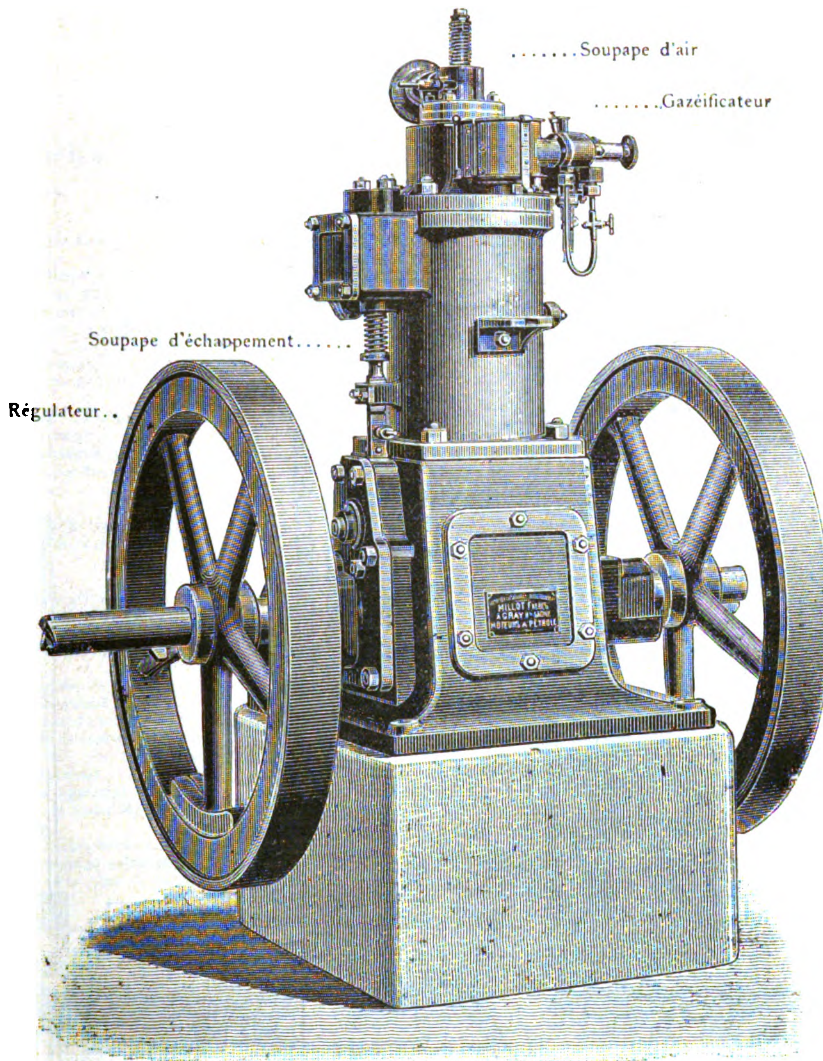


Fig. 1.

commandée par le régulateur. Le carburateur est installé sur le cylindre moteur. A part la mise en marche qui ne demande que quelques instants, ce moteur fonctionne sans le secours d'aucune flamme extérieure ni d'un courant électrique, l'allumage s'opérant spontanément après quelques minutes de marche. Le refroidissement du cylindre est assuré par une circulation d'eau dans l'enveloppe ou par une vaporisation d'eau dans cette même enveloppe. Le

La figure 1 montre la vue d'ensemble de ce moteur. Le bâti, de forme cubique, renferme tout le mécanisme proprement dit : bielle, vilebrequin, régulateur, leviers de commande de l'échappement. L'arbre moteur tourne dans de larges paliers graisseurs à bague avec coussinets en bronze phosphoreux.

Le bâti est surmonté du cylindre entouré de son enveloppe. Il porte, à sa partie supérieure, la soupape à air et le gazéificateur et, à gauche,

le clapet d'échappement et la tubulure d'évacuation des gaz provenant de la combustion. Le pétrole est contenu dans un réservoir indépendant du moteur.

1° *Premier mouvement descendant du piston* : aspiration de volumes déterminés d'air et de vapeurs de pétrole, en proportions convenables pour constituer le mélange détonant;

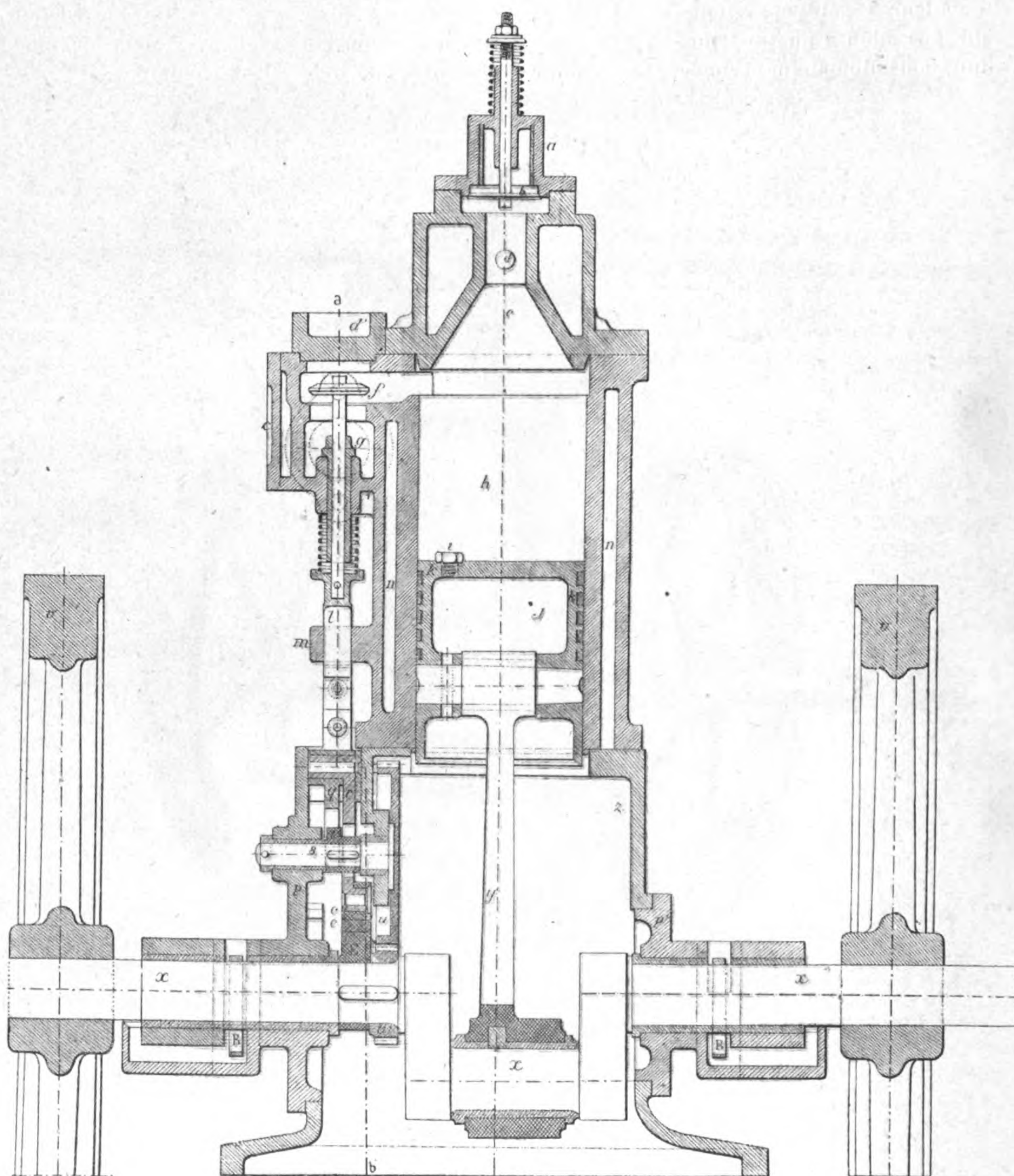


Fig. 2.

La figure 2 est une coupe du moteur suivant la ligne *c d* de la figure 3 qui est également une coupe suivant la ligne *a b* de la figure 2. Ces deux coupes vont nous permettre de décrire facilement le fonctionnement de ce moteur.

Les quatre temps du fonctionnement sont les suivants :

2° *Premier mouvement ascendant du piston* : compression du mélange aspiré lors du premier temps. A la fin de la compression, l'inflammation du mélange détonant est déterminée par la pression qu'exerce le gaz combustible sur les parois chaudes du vaporisateur;

3° *Second mouvement descendant du*

piston : le piston est chassé violemment de haut en bas par l'explosion du mélange gazeux;

4° *Second mouvement ascendant du piston* : évacuation des produits de la combustion par la soupape d'échappement.

LÉGENDE

a	— Boite à clapet d'air.
b	— Clapet d'air.
c	— Fond de cylindre.
C et C'	— Leviers-cames du mécanisme d'échappement.
d	— Trou d'arrivée du gazéificateur.
d'	— Bouchon de visite du clapet d'échappement.
e	— Porte de visite de la circulation d'eau.
E	— Excentrique commandant l'échappement.
f	— Clapet d'échappement.
g	— Guide du clapet d'échappement.
G	— Gazéificateur.
h	— Cylindre.
i	— Vis-bouchon du trou d'emmanchement de la goupille de la traverse.
j	— Piston.
k	— Segments du piston.
l	— Tige-support du ressort du clapet d'échappement
m	— Palier-guide de la tige d'échappement.
n	— Lame d'eau de circulation.
p et p'	— Paliers-graisseurs à bague.
pu	— Trou d'arrivée du pulvérisateur.
q	— Fourche de déclanchement.
r	— Bielle à œil du mécanisme d'échappement.
R	— Ressort du régulateur d'inertie.
s	— Arbre de la came de déclanchement.
t	— Came de déclanchement.
u et u'	— Roue et pignon commandant l'arbre de la came de déclanchement.
v	— Volants.
w	— Arrivée d'eau de circulation.
w'	— Sortie d'eau de circulation.
x	— Arbre manivelle.
B	— Anneau de graissage.
y	— Bielle motrice.
z	— Bâti.
o et o'	— Écrou et contre-écrou du régulateur d'inertie.
L	— Lampe à flamme forcée.

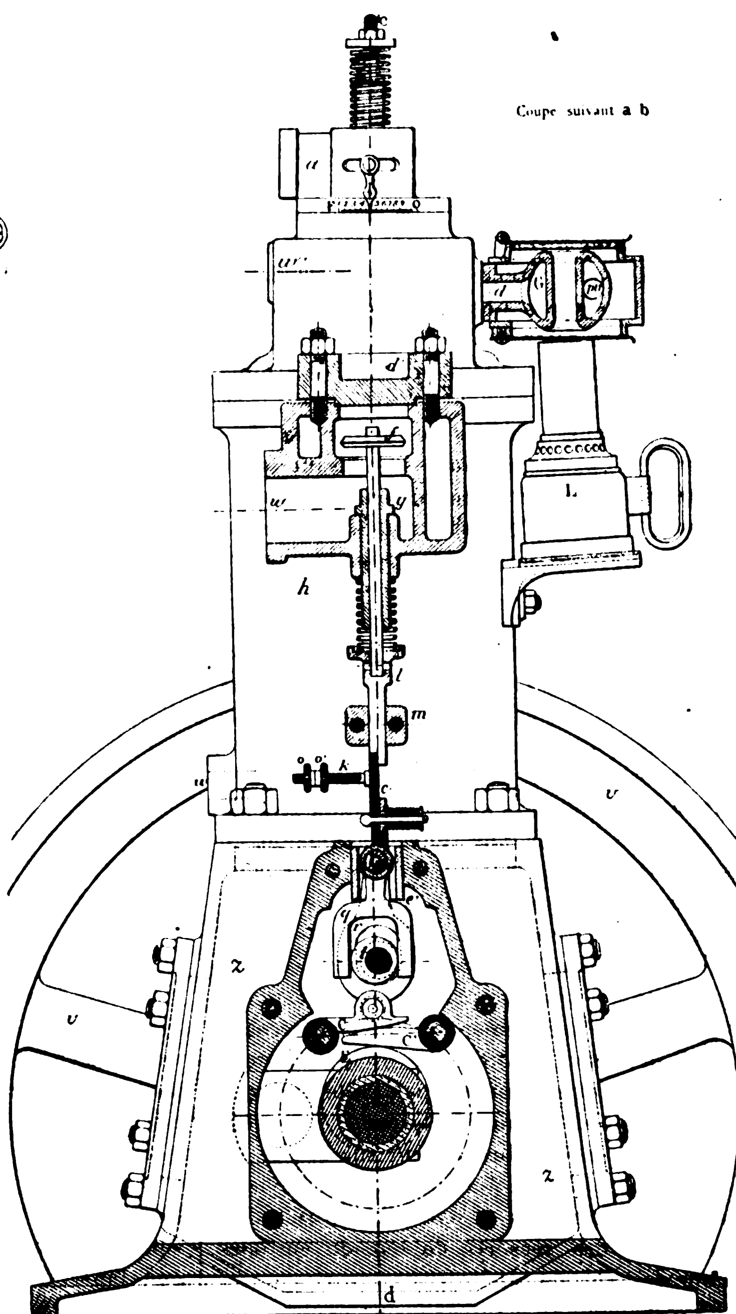


Fig. 3.

Premier temps : Aspiration du mélange d'air et de vapeur de pétrole. — L'air est admis par une soupape automatique *b* (fig. 2) disposée à la partie supérieure du fond de cylindre *c* et enfermée dans une boite a.

Le pétrole contenu dans un réservoir indépendant arrive dans un vase à niveau constant. Le pétrole, aspiré par le moteur, se rend au pulvérisateur par une ouverture de faible diamètre qui force le liquide à jaillir violemment, ce qui favorise sa pulvérisation; d'autre part, cette pulvérisation est encore activée par l'air venant du clapet *c* (fig. 4), qui s'ouvre par suite de l'aspiration produite par la descente du piston.

Le pétrole pulvérisé arrive par l'orifice $p\,u$ (fig. 3) dans le gazéificateur G, sorte de boule creuse en fonte portée à la température du rouge sombre, au moyen d'une lampe au pétrole à flamme forcée L. Le pétrole à l'état de vapeur se rend, par l'orifice d, dans la chambre de compression, puis dans le cylindre h.

Deuxième temps : Compression du mélange gazeux. — A la fin de l'aspiration, le cylindre et la chambre de compression sont remplis du mélange de gaz. Le piston J (fig. 2), en remontant, comprime fortement le mélange qui n'occupe plus qu'un volume égal à celui de la chambre de compression. La pression exercée par le mélange détonant sur les parois du gazéificateur G, parois chauffées au rouge, détermine l'explosion.

Après quelques minutes de marche, la chaleur produite par l'explosion est suffisante pour maintenir à la température du rouge les parois du gazéificateur et l'on peut alors supprimer la lampe L, qui n'est utilisée que pour la mise en marche.

Troisième temps : Descente du piston. — La pression développée à la suite de l'explosion fait descendre le piston J (fig. 2) qui actionne la manivelle x de l'arbre par l'intermédiaire de la bielle y.

Quatrième temps : Echappement. — L'évacuation des produits de la combustion se produit lors du second mouvement ascendant du piston par le jeu de la soupape f (fig. 2 et 3).

Le fonctionnement de cette soupape est automatique et s'effectue de la manière suivante : sur l'arbre moteur x est calé, un quart de tour en avance du mouvement, un excentrique E qui produit un mouvement rectiligne alternatif grâce à deux leviers-cames C C′ oscillant autour de leurs axes et actionnant, par l'intermédiaire d'une petite bielle r, un coulisseau e' portant le couteau c' qui agit directement sur la tige du clapet d'échappement f. Le contact des leviers-cames C C′ entre eux et avec l'excentrique est assuré par des ressorts de tension enroulés autour des axes de ces leviers.

L'excentrique E, étant calé directement sur l'arbre moteur, doit produire le soulèvement du clapet d'échappement f à chaque tour; mais, comme l'évacuation des produits de la combustion ne doit avoir lieu que tous les deux tours, on utilise, à cet effet, une came t dont le profil rectangulaire est tel que la distance entre les deux tangentes parallèles est constante. Cette came est calée sur un arbre intermédiaire s (fig. 2) dont la vitesse angulaire est moitié moindre que celle de l'arbre moteur x; cet arbre s est actionné au moyen de deux roues dentées u et u', dont le rapport d'engrenages est de 1 à 2. Le profil de la came t est tel que la fourche q, entre les branches de laquelle elle tourne, reste verticale pendant une révolution de l'arbre intermédiaire s, ce qui correspond à un demi-tour de l'arbre moteur x, c'est-à-dire à une course complète du piston. Cette came est calée de telle sorte, par rapport au bouton de manivelle, que sa position verticale correspond à la période d'échappement; mais comme elle tourne moitié moins vite que l'arbre moteur, elle ne se trouve dans la position verticale qu'une fois chaque deux tours.

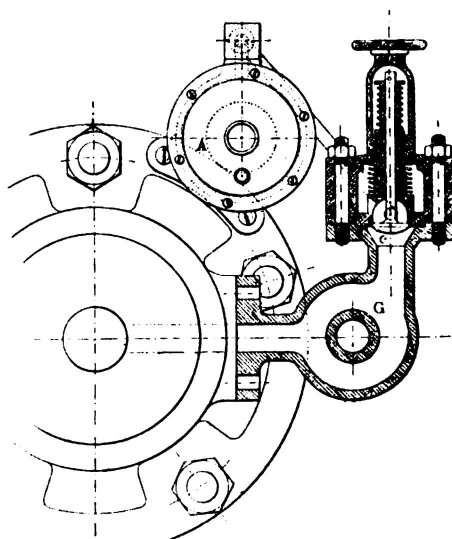


Fig. 4.

Régulateur. — Le régulateur se compose essentiellement d'une tige filetée k (fig. 3) rivée au couteau c' d'échappement, articulé à sa partie inférieure. Pendant la marche normale du moteur, le couteau est maintenu par un ressort dans sa position verticale.

Le couteau c' suit le mouvement oscillant imprimé à la fourche q par la came r. La tension du ressort maintenant le couteau est telle que l'inertie des masses $o\,o'$ n'est pas suffisante pour empêcher le couteau de suivre ce mouvement lorsque le moteur tourne à sa vitesse angulaire normale; mais, dès que cette vitesse dépasse la limite, l'inertie des masses $o\,o'$ fait osciller le couteau et lui fait abandonner le contact avec la tige d'échappement l. Par suite, le clapet f ne se soulève pas et l'échappement ne peut se produire. Dans ces conditions, le cylindre conserve les produits de la combustion de l'explosion précédente; l'aspi-

ration du mélange tonnant ne s'effectue pas, l'allumage ne se produit pas et le moteur ralentit. Dès que le moteur a repris sa vitesse angulaire normale, le régulateur fonctionne de nouveau et l'échappement se produit.

Mise en marche. — Pour mettre ce moteur en marche, il faut préalablement chauffer le gazéificateur au moyen de la lampe à pétrole L à flamme forcée. Lorsque le gazéificateur est suffisamment chaud, on imprime au moteur deux ou trois tours à l'aide d'une manivelle se fixant à l'extrémité de l'arbre; les explosions se produisent et le moteur fonctionne. Après quelques minutes de marche, on supprime la lampe.

Refroidissement du cylindre. — Le cylindre est convenablement refroidi par une circulation d'eau. Ce refroidissement peut, suivant les cas, s'effectuer avec de l'eau sous pression, de l'eau sans pression ou à l'aide d'un thermo-siphon.

La quantité d'eau à faire passer dans l'enveloppe du cylindre est approximativement de 25 litres par cheval-heure. La température de l'eau à la sortie doit être de 70° environ.

Lorsqu'on dispose d'eau sous pression, il suffit de brancher sur la conduite un tuyau amenant l'eau à la partie inférieure de l'enveloppe du cylindre. Si l'eau est à proximité, mais sans pression, on utilise une petite pompe rotative accouplée au moteur et dont le débit est exactement celui qui est nécessaire pour assurer le refroidissement normal

Graissage. — Le graissage de la bielle et du piston est automatique. Le bâti, complètement fermé, renferme une quantité d'huile suffisante pour que la bielle barbotte dedans; l'huile est alors projetée sur les parois du cylindre et le graissage est parfaitement assuré.

Consommation. — Le constructeur garantit une consommation ne dépassant pas un demi-litre de pétrole lampant par cheval et par heure pour les moteurs d'une puissance au-dessus de 2 ch. Ces résultats ont du reste été vérifiés et confirmés par M. Aimé Witz lors des essais effectués sur un moteur de 4,5 chevaux qui, à pleine charge, à la vitesse angulaire moyenne de 334,6 t : m a fourni un travail effectif de 4,47 chevaux-heure, avec une consommation de 0,467 litre par cheval-heure.

En terminant son rapport relatif aux expériences faites sur le moteur Millot, M. Aimé Witz dit que sa faible consommation de pétrole, sa dépense d'eau minime quand on vaporise de l'eau dans son enveloppe, l'absence de tout système d'allumage, la sécurité de son fonctionnement et les facilités que présentent sa mise en marche et sa conduite, recommandent tout particulièrement ce moteur pour la commande des machines agricoles.

Nous ajouterons, au point de vue spécial auquel nous nous plaçons, que ce moteur convient tout particulièrement pour la commande des dynamos. Les groupes électrogènes dans la composition desquels il entre sont d'un prix peu élevé, peu encombrants et conviennent tout particulièrement pour l'éclairage des châteaux, des magasins, des cafés, etc., où la présence constante d'un mécanicien n'est pas toujours possible. Ces groupes électrogènes se construisent pour toutes puissances comprises entre 2 et 20 chevaux.

J.-A. Montpellier.



HYSTÉRÉSIGRAPHE GRASSOT

Dans le précédent numéro de l'*Electricien* (page 113), nous avons donné une description du fluxmètre de M. Grassot. Dans une communication faite à la *Société internationale des électriciens*, M. Grassot a indiqué une nouvelle application de cet intéressant instrument.

Utilisant la propriété que possède le fluxmètre d'indiquer à chaque instant la valeur du flux

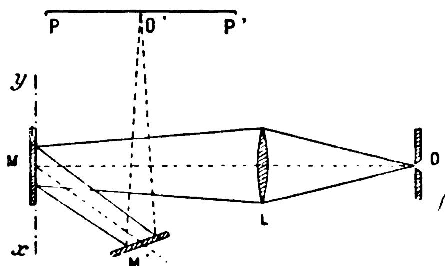


Fig. 1.

dans une bobine, l'inventeur, en combinant cet instrument avec un ampèremètre, a pu tracer directement les courbes d'hystérésis.

A cet effet, le fluxmètre est muni d'un miroir M (fig. 1) mobile autour de l'axe vertical XY; ce miroir réfléchit un faisceau lumineux passant par un trou O, faisceau rendu convergent par une lentille L et réfléchi sur un second miroir M′ porté par un ampèremètre et mobile autour d'un axe perpendiculaire au plan de la figure. Ce second miroir renvoie en O′ l'image conjuguée du point O et l'image O′ se déplace dans le plan PP′ suivant deux directions

perpendiculaires l'une à l'autre commandées par les miroirs M M'.

Le métal à étudier est mis sous forme de tore d'un diamètre moyen et d'une section connus. On enroule quelques tours de fil fin sur ce tore et les extrémités de ce fil sont reliées aux bornes du fluxmètre. Sous l'action du flux traversant le tore, le point O' se déplace perpendiculairement au plan de la figure et la déviation est proportionnelle à tout instant à la valeur du flux. D'autre part, on dispose sur le tore un second enroulement ayant un plus grand nombre de tours; ce second enroulement est parcouru par le courant magnétisant et un ampèremètre est intercalé dans ce circuit; sous l'action du courant, le miroir M' est dévié et l'image O' se déplace parallèlement au plan de la figure.

Afin de pouvoir faire varier progressivement

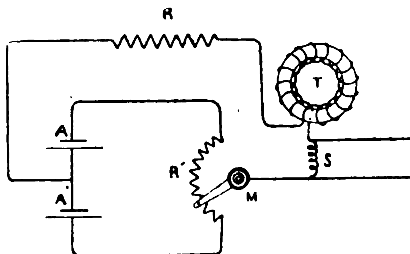


FIG. 2.

l'intensité du courant magnétisant de $+I$ à $-I$, on réalise l'installation comme le montre la figure 2, dans laquelle A et A' représentent deux accumulateurs; R, une résistance qui limite le maximum d'intensité du courant; S un shunt disposé aux bornes de l'ampèremètre et enfin R' un rhéostat permettant, par le déplacement de sa manette M, de faire varier progressivement l'intensité du courant de $+I$ à $-I$ en passant par zéro et inversement.

Il suffit d'appliquer sur le plan PP', que l'on peut constituer par une feuille de verre, une feuille de papier à calquer; avec la main gauche, on fait varier doucement l'intensité du courant à l'aide de la manette M, tandis qu'avec la main droite on suit avec un crayon la trace du point lumineux.

Un premier cycle permet de tracer grossièrement la courbe et, en répétant plusieurs fois l'essai, on arrive à obtenir facilement une courbe très régulière.

J.-A. M.



ÉCLAIRAGE

AU MOYEN DE LA LAMPE A VAPEURS DE MERCURE

A propos de l'emploi toujours plus étendu de la lampe à vapeurs de mercure dans l'éclairage industriel, l'*Elektrotechnischer-Neuigkeits-Anzeiger* donne les détails ci-après :

« La compagnie *Transportation* de New-York qui alimente en énergie électrique plusieurs centaines de voitures publiques, possède dans la 49e rue et la 8e avenue de New-York City un local de 90 m de longueur, 13 m de largeur et 8 m de hauteur où sont installées ses batteries. Il était d'autant plus difficile d'éclairer ce local, sombre en tout temps, que la couleur noire des bacs d'accumulateurs y diminue sensiblement les surfaces susceptibles de réfléchir la lumière. De plus, le dégagement continu des vapeurs d'acide sulfurique ne permettait pas d'employer les dispositifs d'éclairage les plus usuels. Tout dernièrement encore, on voyait dans le local 14 lampes à arc consommant 5 ampères sous 115 volts; malheureusement les organes de réglage de ces lampes avait fort à souffrir de l'effet des vapeurs d'acide sulfurique; il était nécessaire de les placer dans des enveloppes imperméables. Par suite des circonstances, le réglage des lampes en question laissaient fort à désirer et l'éclairage était défectueux. On a donc tenté de remédier à cette situation en utilisant des lampes à vapeurs de mercure et on a installé 10 de ces derniers appareils que l'on alimente, comme il a été dit ci-dessus, avec un courant de 3 ampères sous 115 volts. Cette dernière installation a donné toute satisfaction, sans compter que la consommation d'énergie est aujourd'hui moitié moins élevée que quand on utilisait les 14 lampes à arc. Les 10 lampes à vapeurs de mercure fonctionnent sans interruption durant les 24 heures de la journée et elles fournissent un éclairage absolument suffisant qui permet d'examiner les batteries bien plus facilement et bien plus minutieusement qu'autrefois. A la suite de ce résultat, la compagnie Cooper-Hewitt a déjà installé son système dans d'autres locaux plus petits, notamment dans des magasins, dans une fabrique de cuir. Dans ce dernier établissement, sur une surface de 1100 m² on rencontre 30 lampes à vapeurs de mercure qui consomment 3,3 ampères sous 55 volts. La même compagnie construit actuellement des lampes destinées à donner un éclairage intense sous trois types, dont deux pour 700 bougies et le troisième pour 300 Elle met également en vente des lampes d'un quatrième type, tout récent, de moitié moins longues que les précédentes, qui peuvent être montées deux par deux en série et qui doivent être affectées à l'éclairage des rues. Les nouvelles

lampes fonctionnent dans la position horizontale, tandis que les anciennes devaient être disposées verticalement ou inclinées de 30°. » — G.

USINE HYDRAULICO-ÉLECTRIQUE

DU PLAN DU VAR

La Société Energie Electrique du littoral Méditerranéen a déjà installé deux réseaux de distribution électrique d'énergie, celui du Pataras et celui de la Mescla, respectivement desservis par les usines de Levens et de la Mescla.

Cette Société vient d'établir un troisième réseau dans la vallée du Var alimenté par l'usine du Plan du Var (fig. 1) installée comme les précédentes par la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.

L'usine du Plan du Var ne comporte actuellement qu'un seul groupe électrogène triphasé de 600 kw, mais deux nouveaux groupes de même puissance sont en ce moment en construction et seront mis en service dans les derniers mois de la présente année.

Ce groupe électrogène (fig. 2) est constitué par un alternateur triphasé de 600 kw couplé directement à une turbine double à axe horizontal du système Francis

L'alternateur est du type à induit fixe et à inducteur mobile. A pleine charge, il peut débiter des courants triphasés à la tension de 11 000 volts, à la fréquence de 25 périodes par seconde et à la vitesse angulaire de 375 tours par minute avec un facteur de puissance égal à 0,9. Il peut fournir en service continu une puissance de 600 kw sans qu'aucune partie de ses enroulements dépasse de plus de 40° la température ambiante.

L'inducteur à 8 pôles a ses bobines constituées par du ruban de cuivre enroulé sur champ. Il est excité par une machine indépendante sous une tension de 60 volts. L'arbre de l'inducteur est prolongé d'un côté et porte un des manchons du plateau d'accouplement qui le relie à la turbine; cet arbre tourne dans deux paliers munis de graisseurs à anneaux et l'ensemble de l'alternateur est monté sur un socle en fonte.

Toutes les parties mobiles sont établies d'une manière très robuste afin de pouvoir supporter sans inconvénients une vitesse angulaire de 750 tours par minute cosrespondant à l'emballement de la turbine.

Les bobines de l'induit fixe ont été fabriquées sur gabarit et sont interchangeables, afin de permettre leur facile remplacement en cas d'avarie. La couronne de l'induit peut être déplacée sur le socle, parallèlement à l'arbre, de manière à dégager les enroulements et à permettre d'y accéder facilement en cas de réparation.

L'induit a été essayé à la température ordinaire, avec une tension de 25 000 volts alternatifs, maintenue pendant 1 minute entre l'enroulement et la masse; le même essai a été effectué à chaud, mais sous une tension de 18 000 volts seulement.

A pleine charge non inductive, l'alternateur a un rendement de 95 0/0. La figure 3 reproduit les courbes caractéristiques à vide et en court circuit à la vitesse angulaire de 375 tours par minute.

L'excitatrice est une dynamo compound de 30 kw à la vitesse angulaire de 800 tours par minute. Elle est commandée au moyen d'une courroie par l'alternateur qui, à cet effet, est muni d'une poulie spéciale montée sur son arbre. La puissance de cette excitatrice est suffisante pour assurer l'excitation de trois alternateurs de 600 kw, ce qui permettra de l'utiliser ainsi dès que les deux autres alternateurs seront mis en service.

La turbine Francis a une puissance de 900 ch; elle est alimentée par une chute de la rivière « le Var » de 25 à 27 m de hauteur. Elle peut fonctionner avec une hauteur d'aspiration d'environ 6,75 m depuis le niveau du sol de la salle des machines jusqu'au niveau de l'eau dans le canal de fuite.

Elle se compose essentiellement d'une chambre d'eau en spirale avec tuyau d'amenée et embase, d'une double roue motrice, d'un distributeur double à aubes mobiles, d'un appareil de réglage de la vitesse, manœuvré à la main, de deux couvercles de chambre d'eau dont l'un forme presse-étoupes, d'un arbre de turbine en acier et de deux paliers à console. Ces paliers sont munis de coussinets garnis de métal antifriction et sont disposés en vue du système de graissage par anneaux; ils sont pourvus d'organes spéciaux permettant de rattraper l'usure d'une manière continue sans déplacement de l'axe.

Les aubes du distributeur sont en fonte d'acier et sont munies, ainsi que les entraîneurs, de douilles en bronze, de manière à réduire au minimum l'usure produite par les eaux du Var, souvent chargées d'impuretés.

L'arbre même de la turbine commande, au moyen d'une transmission par courroie, un régulateur automatique à pression d'huile agis-

sant, par un servo-moteur, sur le vannage des couronnes directrices et réduisant la section d'écoulement de l'eau sans produire aucun remous intérieur. L'huile nécessaire au fonctionnement du servo-moteur est fournie par une pompe à haute pression, munie d'un réservoir d'huile, d'un réservoir d'air et d'un manomètre de contrôle à grand cadran. Cette pompe, reliée par une tuyauterie spéciale d'une part au réservoir d'huile et d'autre part au servo-moteur, est actionnée par un moteur électrique au moyen d'une double transmission par courroie réduisant la vitesse angulaire du moteur, qui est de 750 tours par minute à la vitesse de 60 tours.

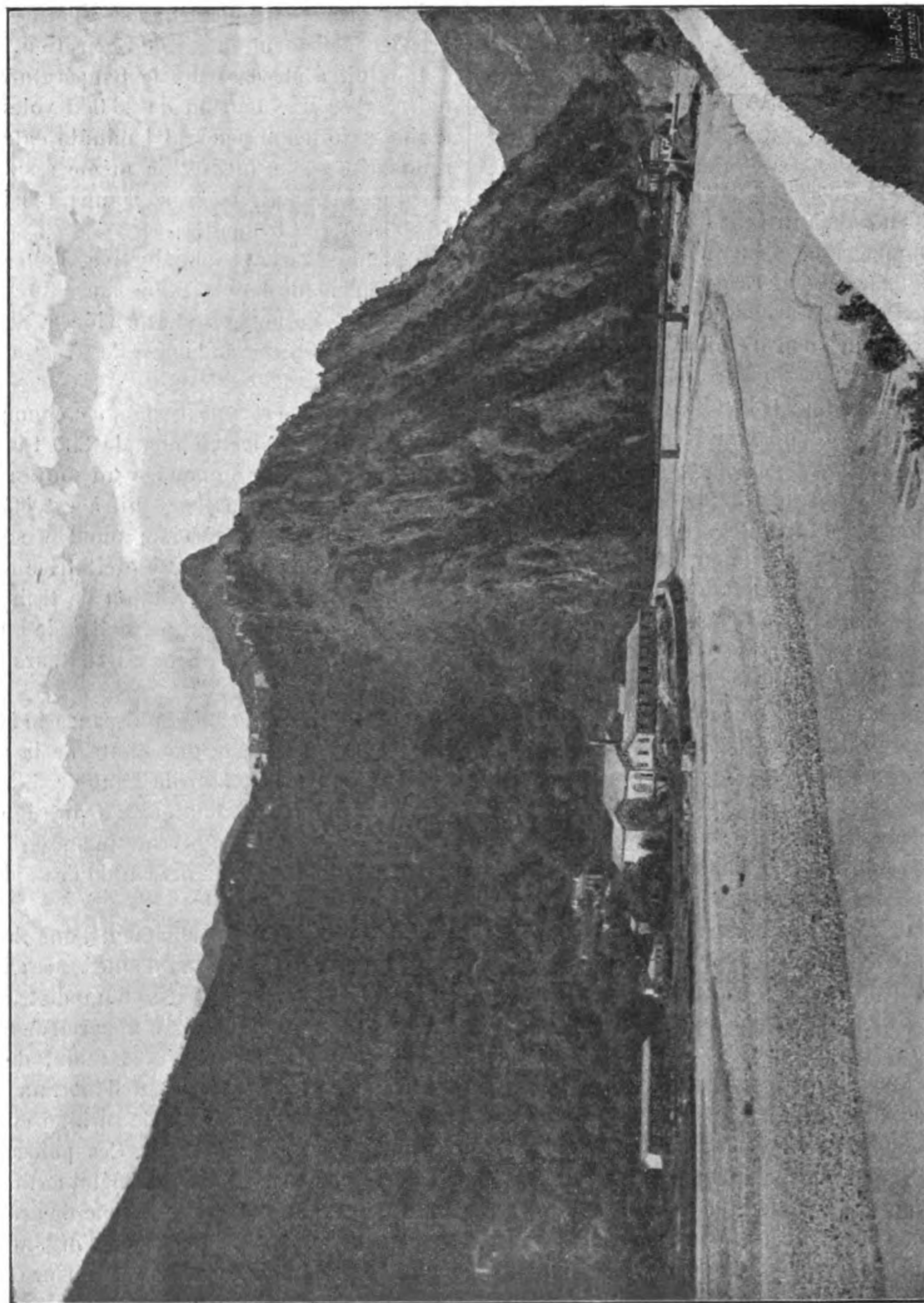


Fig. 1. — Vue extérieure de l'Usine du Plan du Var.

L'installation de la turbine est complétée par différents appareils accessoires nécessaires à son bon fonctionnement, tels que manomètre, vacuomètre, tachymètre, etc.

Indépendamment du groupe électrogène et de son excitatrice, l'usine possède une petite

dynamo compound, montée sur le socle de l'excitatrice à laquelle elle est reliée par un manchon d'accouplement rigide. Cette dynamo, d'une puissance de 10 kw sous 110 volts, alimente l'éclairage et divers moteurs pour le service de l'usine.

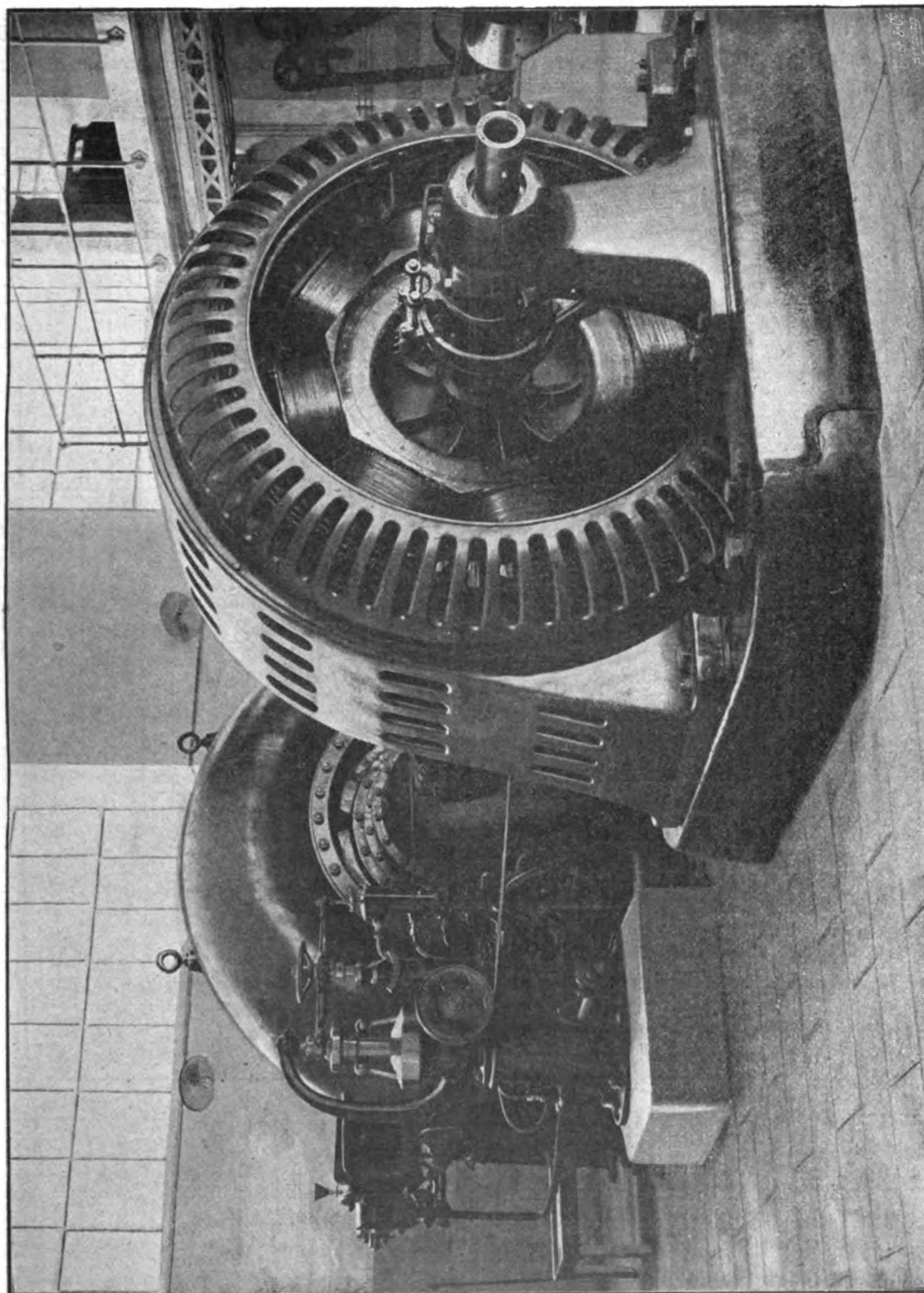


Fig. 2. — Groupe électrogène de 600 kilowatts.

Comme l'usine du Plan du Var doit servir de poste de sectionnement pour les différentes lignes de transport d'énergie de la Société, le tableau de distribution (fig. 4) comporte une double série de barres omnibus, trois panneaux de lignes et un panneau de station indépendamment de ceux affectés à l'alternateur en service et à l'excitatrice.

Chacune des trois lignes de la Mescla, de Levens et de la vallée du Var peut, ainsi que l'alternateur, être branchée sur l'une ou l'autre série de barres omnibus au moyen d'interrupteurs oscillants à double direction, ce qui permet de réaliser toutes les combinaisons pos-

sibles et, en particulier, d'utiliser le courant fourni par l'usine du Plan du Var comme appoint pour les deux autres réseaux.

Les différents panneaux du tableau de distribution sont installés dans le fond de l'usine sur une passerelle métallique au-dessous de laquelle se trouvent les compartiments en briques renfermant les interrupteurs à huile.

dernières est munie d'un voltmètre faisant connaître la tension.

Le panneau de l'alternateur a reçu un ampèremètre, un voltmètre, un indicateur du facteur de puissance, un rhéostat d'excitation commandé par un volant avec interrupteur et résistance de décharge, un compteur d'induction polyphasé et un interrupteur à huile automatique.

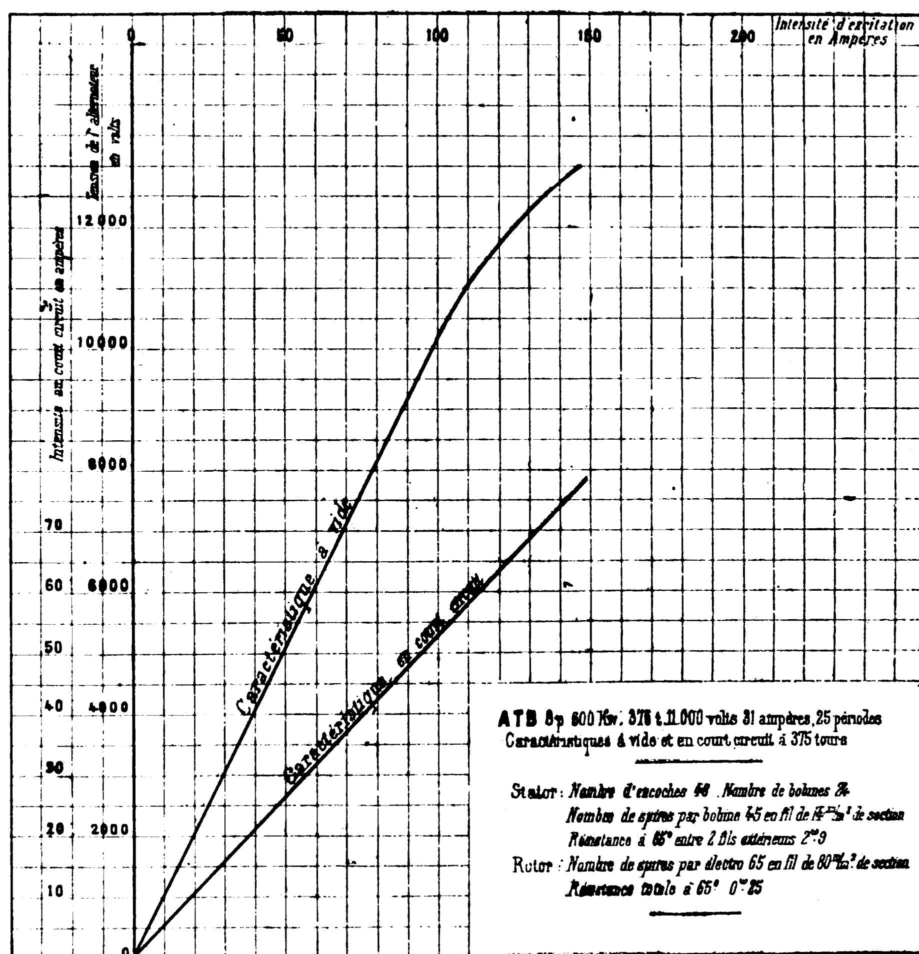


Fig. 8 — Caractéristique de l'alternateur.

Chaque panneau de ligne porte un interrupteur oscillant, trois ampèremètres (un par phase) et un interrupteur tripolaire à huile, pour haute tension, à phases séparées, muni d'un système de commande à distance et d'un relais de déclenchement, à action différée, fonctionnant automatiquement en cas de surcharge.

Le panneau de la station comporte un interrupteur à huile du même type que les précédents, mais non automatique, destiné à permettre, en cas de besoin, le couplage des deux séries de barres omnibus; chacune de ces

Un synchronisateur Lincoln servant à synchroniser l'alternateur avec l'une ou l'autre des séries de barres omnibus est placé à côté du panneau sur un console en équerre.

Le panneau d'excitation, établi en vue de fournir le courant d'excitation à un deuxième alternateur qui sera installé comme réserve, comporte deux ampèremètres, un voltmètre avec commutateur à deux directions, deux rhéostats d'excitation, deux interrupteurs tripolaires pour les circuits principaux et deux interrupteurs bipolaires permettant de disposer

dans l'usine de courant continu sous 60 volts, en dehors des circuits d'excitation.

Tous les interrupteurs à huile à déclenchement automatique sont munis d'une bobine spéciale de déclenchement alimentée de courant continu sous faible tension par une batterie d'accumulateurs de 12 éléments. Les relais de surcharge ont pour effet de fermer le circuit d'alimentation de ces bobines toutes les fois que l'intensité du courant alternatif passant dans les interrupteurs dépasse sa valeur normale.

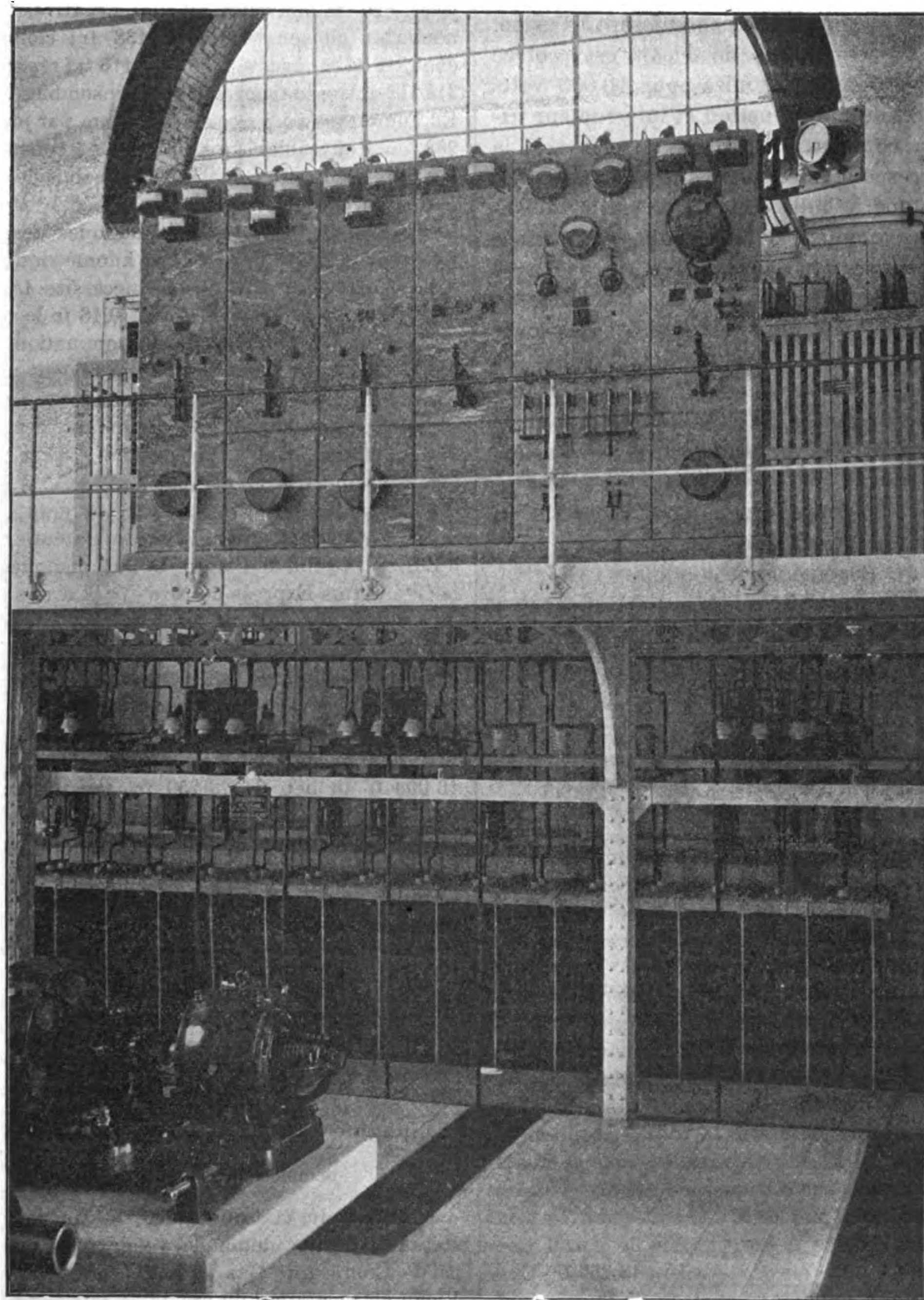


Fig. 4. — Vue d'ensemble du tableau de distribution.

La charge de la batterie s'effectue avec le courant d'excitation sous 60 volts avec interposition d'une résistance convenable dans le circuit de charge.

Le tableau de distribution est complété par de

petits transformateurs affectés aux divers instruments de mesure ainsi qu'aux relais de déclenchement.

Derrière le tableau, le long du mur du bâtiment, sont installés les circuits de départ des trois lignes de distribution aboutissant à l'usine. Chacun de ces circuits de départ est protégé par un parafoudre à boules pour 10 000 volts avec spires de self-induction et interrupteur tripolaire à couteau permettant d'isoler soit la ligne correspondante, soit les parafoudres.

La pompe à huile à haute pression alimentant le servomoteur de la turbine est actionnée par un petit moteur d'induction triphasé, avec induit en cage d'écureuil, d'une puissance de 10 ch. Sa vitesse angulaire est de 750 tours par minute. Il est alimenté sous 220 volts et à 25 périodes par seconde par un petit transformateur de 10 kw qui abaisse la tension de 10 000 à 220 volts. Le primaire de ce transformateur est relié aux barres omnibus par l'intermédiaire d'un petit panneau spécial portant un ampèremètre et un interrupteur tripolaire à huile à déclenchement automatique.

L'usine du Plan du Var est en service régulier depuis le mois de mars dernier.

DR K.

CAMIONS AUTOMOBILES ÉLECTRIQUES

M. Hiram Percy Maxim a récemment fait, devant l'Automobile Club de New-York, sur les camions automobiles électriques, une conférence dont le *Centralblatt für Accumulatoren-Technik* donne l'analyse ci-après :

On est maintenant parvenu à fixer, pour les véhicules de ce genre, un type définitif. Toutes les voitures sont pourvues de deux moteurs indépendants l'un de l'autre et commandant chacun une roue. La batterie d'accumulateurs se trouve placée presque toujours sous la voiture proprement dite. A New-York, on rencontre actuellement environ 300 camions électriques en service, chacun parcourant à peu près 48 km chaque jour. Le prix d'un véhicule de ce genre, capable de porter une charge de 900 kg, s'élève à environ 13 250 fr. Une bonne batterie fonctionne environ 95 jours avant de nécessiter un nettoyage; puis un nouveau nettoyage devient nécessaire environ 75 jours plus tard. Lors du deuxième nettoyage, il faut remplacer les cloisons en bois. Une fois ce remplacement effectué, les éléments peuvent fonctionner pendant encore une soixantaine de jours, après quoi les plaques positives sont irrémédiablement usées. Les plaques négatives résistent plus longtemps. On estime qu'une série de plaques négatives correspond, au point de vue de la durée, à environ 1,66 fois celle des plaques positives. Les frais annuels occasionnés par une batterie ressortent aux chiffres suivants : nouvelles plaques positives, 820 fr; nouvelles plaques négatives, 145 fr; nouvelles cloisons en bois, 138 fr; cloisons en ébonite, 24 fr; bacs en ébonite, 115 fr; réparations, 344 fr; autres débours, 230 fr; ensemble, 2116 fr. En admettant un parcours de 48 km par jour avec 288 jours ouvrables dans l'année, on constate que les frais d'entretien de la batterie sont de 0,25 fr par voiture-kilométrique, ou de 7,40 fr par jour. Les frais, du chef des pneumatiques des roues, s'élèvent à 6,88 c par voiture kilométrique, ou à 3,30 fr par jour La charge nécessite 14,2 kw-heure par jour. En évaluant à 0,16 fr le prix du kw-heure, il appert que la consommation totale, soit 4090 kw-heure en 288 jours, revient à 650 fr par an. Les diverses dépenses sont donc, pour une année : entretien des pneumatiques des roues, 954 fr; charge, 650 fr; réparations, 387 fr; usure, 968 fr; amortissement, 662 fr; soit, au total, 5766 fr par an ou environ 20 fr par jour. On a le choix entre deux types d'accumulateurs : celui d'Edison et celui de Planté. Depuis quelques mois, la Cie Adams Express de New-York a mis en service 4 voitures portant des batteries Edison. Ces voitures ont, jusqu'ici, donné satisfaction, mais elles comportent des frais sensiblement plus élevés que ceux des voitures à batterie Planté. Chaque véhicule à batterie Edison, capable de recevoir une charge de 900 kg, est revenu à environ 16 000 fr au lieu de 13 250 fr, tandis que l'économie du poids n'est que de 161 kg, et que la batterie Edison exige 60 0/0 d'énergie en plus que l'accumulateur au plomb. Le type Planté demeure jusqu'ici, pour les camions électriques, le plus durable et le plus résistant.

A. GIRON.

JURISPRUDENCE

Compagnie Gaz et Eaux contre ville de Vigan.

DÉCISION DU CONSEIL D'ÉTAT

A la date du 21 juillet 1896, le Conseil d'État, statuant sur une demande d'indemnité introduite par la Compagnie Gaz et Eaux contre la ville de Vigan en réparation du préjudice causé par l'autorisation donnée au sieur Capion de distribuer la lumière électrique, avait chargé une commission d'expertise d'évaluer l'importance du dommage causé.

Vu le rapport des experts;

Vu le mémoire de la ville exposant que le 27 janvier 1897 elle a signifié à la Compagnie le retrait de l'autorisation donnée au sieur Capion

ainsi que l'offre d'une somme de 3500 fr à titre d'indemnité.

Vu le deuxième mémoire de la ville enregistré le 15 avril 1902 dans lequel elle expose que l'exploitation du sieur Capion n'a pu avoir pour effet de nuire à la Compagnie en amenant la réduction du prix de vente de ses appareils, que le préjudice réel résultant de la diminution de la quantité de gaz vendu peut être évalué à 4293 m c, au dire des experts, soit à 0,10 fr de bénéfice net faisant ressortir un dommage de 429 fr 30, et subsidiairement à 0,21 fr le bénéfice net par mètre cube, et à 901 fr 53 l'indemnité, que le manque à gagner résultant de l'arrêt du développement probable du gaz pendant la période de concurrence peut être évalué à 6537 m c, ce qui fixe à 657 fr 30 ou à 1380 fr 33 la deuxième indemnité basée sur un bénéfice net de 0,10 fr ou 0,21 fr le mètre cube.

Vu les conclusions présentées pour la Compagnie Gaz et Eaux et tendant à ce qu'il plaise au Conseil, attendu que les intérêts des intérêts ont été réclamés les 16 juillet 1896 par des conclusions à cet effet prises devant le Conseil d'État; que, depuis, plus d'une année s'est écoulée, ordonner une nouvelle capitalisation des intérêts de l'indemnité qui sera allouée à la Compagnie;

Vu les autres pièces produites et jointes au dossier.

Considérant qu'il résulte de l'instruction que les autorisations de voirie données au sieur Capion ont été retirées le 30 décembre 1896, qu'ainsi le dommage dont la Compagnie est fondée à demander la réparation a pris fin à cette date;

En ce qui touche la réparation due à la Compagnie pour le dommage subi par elle depuis la mise en service de l'usine électrique jusqu'au 30 décembre 1896 :

Considérant que, si la Compagnie Gaz et Eaux ne peut prétendre à aucune indemnité à raison des réductions de prix ou fournitures gratuites d'appareils qu'elle aurait spontanément consenties à certains abonnés, il résulte de l'instruction, et notamment de l'expertise, que le préjudice qu'elle a subi, par le fait de l'autorisation donnée au sieur Capion par la ville du Vigan d'établir des fils conducteurs de l'électricité sur la voie publique, consiste, d'une part, dans la diminution de la consommation du gaz par les anciens abonnés, et, d'autre part, dans la privation des bénéfices que lui aurait assurés la progression régulière de la consommation annuelle; qu'il sera fait une exacte évaluation de ce double dommage et tenu un juste compte de tous intérêts dus jusqu'à la date de la présente décision, en condamnant la ville du Vigan à payer à la Compagnie Gaz et Eaux la somme de 2800 fr.

Sur les frais d'expertise :

Considérant que la Ville ayant fait à la Compagnie, avant l'expertise, l'offre d'une indemnité de 3500 fr, bien qu'elle ne reconnût lui devoir qu'une somme inférieure au montaut de cette offre, et la Compagnie ayant refusé ladite somme, il y a lieu de mettre à la charge de cette dernière les dépens exposés depuis la décision du Conseil d'État, statuant au Contentieux, du 31 juillet 1896, ainsi que les frais d'expertise.

Le Conseil d'État,

Décide :

ARTICLE PREMIER.

La ville du Vigan paiera à la Compagnie Gaz et Eaux la somme de 2800 fr avec intérêts au taux légal à partir de la date de la présente décision.

ART. 2.

La Compagnie Gaz et Eaux supportera les dépens exposés devant le Conseil d'État postérieurement à la décision du 31 juillet 1896, ainsi que les frais d'expertise, ces derniers taxés et liquidés à 2302 fr 05, dont 322 fr 85 pour l'expert Thèbes, 960 fr pour l'expert Delahaye, et 1019 fr 20 pour l'expert Loubery.

ART 3.

Le surplus des conclusions de la Compagnie Gaz et Eaux est rejeté.

BIBLIOGRAPHIE

La Pratique des machines à bois, par PER SIDEN, directeur de scierie. Un vol. gr. in-8, de 340 pages, avec 28 fig. Prix : 12 fr. 50. (V[ve] Ch. DUNOD, éditeur, Paris.)

L'ouvrage de M. Per Sidén sur les machines à bois est un des plus complets et des plus précis de ceux publiés jusqu'ici sur la question. Il convient particulièrement aux ouvriers et aux débutants qu'il renseignera de la façon la plus claire et initiera à la pratique des machines servant à travailler le bois et à leurs accessoires. Les praticiens y trouveront aussi une foule de renseignements précieux.

Le développement de l'industrie du bois, les progrès réalisés dans cet ordre d'idées depuis quelques années, les derniers perfectionnements du matériel mécanique spécial sont longuement étudiés dans ce livre. Se plaçant sur le terrain de la pratique courante, M. Per Sidén donne tous les détails du maniement et de l'entretien des machines à bois, dont certaines sont si délicates.

L'auteur, qui est de nationalité scandinave, a étudié les machines à bois les plus diverses dans plusieurs pays et dans les meilleures maisons, et c'est le résultat de sa grande expérience qu'il livre au public. Son livre, en dehors des machines spéciales dont il s'occupe, donne aussi des renseignements sur les questions essentielles intéressant le conducteur de machines et le chauffeur pour le bon fonctionnement des moteurs à vapeur et générateurs.

Une étude des machines à bois présentées aux dernières expositions termine cet ouvrage qui rendra un

véritable service, non seulement à ceux qui sont chargés de conduire et d'entretenir l'outillage, mais aussi aux constructeurs.

-oo-

Die elektrochemische Reduktion der Nitroderivate organischer Verbindungen in experimenteller und theoretischer Beziehung (*La réduction électrochimique des dérivés nitrés entrant dans les combinaisons organiques, au point de vue expérimental et théorique*), par Joh. Moller. 1 vol in-8° de 113-vi pages. Prix, broché : 4 mark. (Halle-sur-Saale, Wilhelm Knapp, éditeur, 1904.)

L'auteur s'est proposé de donner, dans l'ouvrage ci-dessus, un exposé exact et complet de l'état actuel de nos connaissances en matière de réduction électrochimique des dérivés nitrés qui entrent dans les combinaisons organiques. C'est là une branche spéciale de l'électrochimie qui offre une grande importance pour la chimie organique; aussi l'ouvrage de M. Möller vient-il d'autant mieux à son heure qu'il n'existe encore presque aucun travail d'ensemble sur cette matière. M. Möller s'est appliqué à présenter séparément les résultats obtenus avec les solutions acides et les solutions alcalines et à examiner en détail, dans la partie expérimentale de son étude, chaque catégorie de produits donnés par les différentes réductions.

-oo-

Die Elektrochemishe Industrie Deutschland (*L'industrie électrochimique de l'Allemagne*), par P. Ferchland, docteur en philosophie. 1 vol. in-8°, de x-66 pages, avec 4 fig. et plusieurs tables. Prix, broché : 2,50 mark. (Halle-sur-Saale Wilhelm Knapp, éditeur, 1904.)

Le recueil des monographies sur l'électrochimie appliquée qu'édite M. Wilhelm Knapp et que nous avons déjà eu plusieurs fois l'occasion de signaler, vient de s'enrichir de ce nouveau volume, le 12e de la série. L'auteur n'a point la prétention d'y donner un tableau complet de l'industrie électrochimique allemande, en son état actuel. Il lui a été impossible de le faire, étant donné que l'industrie en question ne compte encore qu'un petit nombre d'années d'existence et que les fabricants cachent soigneusement les procédés qu'ils appliquent et qu'ils ont souvent acquis à grands frais· Cependant M. Ferchland n'a pas manqué d'exposer, sous une forme accessible même aux personnes qui ne s'occupent pas spécialement d'électrochimie, tous les renseignements qu'il est parvenu à recueillir, afin de présenter aussi exactement que possible la situation actuelle de l'industrie électrochimique allemande. Il a classé son travail de la manière suivante : I. Débuts, tendances et limites de l'industrie électrochimique en Allemagne; II. Production de l'énergie affectée à l'électrochimie; III. Potasse et chlore (brome); IV. Blanchiment électrique; V. Hydrogène, oxygène et ozone; VI. Carbure de calcium. phosphore; VII. Sodium, magnésium, aluminium; VIII. Zinc; IX. Cuivre, nickel; X. Métaux précieux; XI. Autres procédés inorganiques; XII. Electrochimie organique. Une table, indiquant les quantités d'énergie électrique consommée dans les différentes opérations électrochimiques, termine, avec une table alphabétique des matières, cette intéressante étude.

-oo-

Les nouveaux générateurs de vapeur à niveaux d'eau multiples et indépendants, par J. Van Oosterwyck, ingénieur. Brochure in-4° de 32 pages, avec 77 figures. Prix : 3 francs (Vve Ch. Dunod, éditeur, Paris.)

Le travail de M. J. van Oosterwyck étudie les lois et principes de la vaporisation, la formation des bulles de vapeur, la forme et le chemin des bulles de vapeur, les mouvements d'une masse d'eau en ébullition, les causes de ces mouvements, l'influence de la surface libre d'évaporation.

Les divers types fondamentaux des chaudières actuelles y sont examinés consciencieusement : les chaudières à bouilleurs, les chaudières à foyer intérieur, à tubes Galloway, à tubes de fumée, les chaudières multitubulaires, les tubes Field, les vaporisations apparentes et réelles, les entraînements d'eau, les générateurs à niveaux d'eau multiples et indépendants. L'application rationnelle des principes de la vaporisation vient ensuite. L'auteur examine aussi ce qui se passe dans ces générateurs lorsqu'on les alimente, le mode de formation de la vapeur, le chemin parcouru par la vapeur pour arriver au dôme, les avantages de la suppression des joints dans les générateurs de vapeur. La brochure se termine par une étude du chauffage naturel et mécanique et l'examen des causes diverses d'explosion de chaudières avec le moyen de les prévenir.

-oo-

Actualités scientifiques, par Max de Nansouty. Un volume format 205 × 130, de 330 pages. Prix : 3,50 fr. (Paris, Schleicher frères et Cie éditeurs).

Ce n'est point faire un éloge banal du livre de M. Max de Nansouty que de dire qu'il répond parfaitement à son titre : *Actualités scientifiques*. Malgré le progrès si rapide de la science, l'aimable et consciencieux vulgarisateur semble n'avoir rien omis de ce qui s'est produit dans la dernière période, en physique, en chimie, dans les applications de l'électricité, en mécanique, en hygiène, en météorologie. Il a donné leurs places aux deux passionnants sports actuels, l'automobilisme et l'aérostation. Tout cela est traité suivant la méthode qui a valu à l'auteur tant de succès mérités d'une façon tout à la fois parfaitement précise au point de vue scientifique, et tout à fait attrayante au point de vue littéraire.

Chacun veut, à notre époque, être mis au courant de ces incessants progrès qui sortent chaque jour des laboratoires de nos savants, radium, télégraphie sans fil, électrolyse, catalyse, ozonisation, fixation de l'azote, merveilleuses révélations, utiles travaux dont profitera l'avenir. Mais, en général, on n'a pas suffisamment le temps pour cela, de lire des traités et de méditer des formules. Les *Actualités scientifiques* de M. Max de Nansouty y pourvoient. Le lecteur s'y instruit complètement de ce qui est essentiel sur chaque sujet : il s'en instruit non seulement sans peine, mais encore avec plaisir, car une belle découverte décrite simplement, en bon français, et d'une façon concise, double le charme, chacun en conviendra.

Il est, du reste, inutile d'insister sur la valeur de cet ouvrage. le nom de M. de Nansouty suffit pour que l'on soit certain d'être en présence d'une œuvre de bonne vulgarisation.

CHRONIQUE

Le télescriptographe.

Suivant la *Technische Woche* un ingénieur italien établi à Bruxelles, M. Malcotti, aurait imaginé un appareil qui imprimerait immédiatement toutes les conversations échangées par téléphone — d'où son nom de télescriptographe. Cet appareil, dont le fonctionnement ne nécessiterait aucun conducteur spécial ni aucune modification sur les réseaux téléphoniques, aurait déjà fait l'objet d'essais pratiques et donné des résultats satisfaisants. — G.

Une cause d'explosion des aérostats.

La *Technische Woche* fait remarquer que de nombreuses explosions d'aérostats, qui se produisent au moment de l'atterrissement, sont peut-être la conséquence d'un phénomène électrique. En effet, une expérience fort simple semble démontrer qu'un aérostat circulant librement dans l'air et, par suite, isolé du sol, emmagasine une certaine quantité d'électricité créée par le frottement qui se produit lorsque l'on jette du lest. L'électricité ainsi emmagasinée, si l'explication ci-dessus est exacte, donnerait lieu à une étincelle capable de provoquer l'inflammation de l'hydrogène lorsque l'aérostat touche le sol. L'expérience en question consiste à prendre un panier en osier d'une forme quelconque, qui représentera le ballon et auquel on suspend, par des fils de soie, une boite en tôle remplie de sable très sec. Cette boite est reliée à un électroscope à feuilles d'or. Si on laisse le sable s'écouler, on remarque que les feuilles de l'électroscope se séparent et l'on parvient même, pourvu que l'expérience se prolonge un certain temps, à tirer de l'appareil une étincelle électrique. — G.

Destruction des insectes nuisibles au moyen de l'électricité.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* annonce avoir reçu de M. Lokuzejewski communication de la description d'un appareil imaginé par ce dernier pour la destruction des insectes, des larves et des chenilles dans les terrains de grande culture. Nous empruntons à la revue allemande les détails ci-après sur cet appareil, qui a été récemment présenté à la section d'Odessa de la société technique russe :

Au-dessous d'une voiture tirée par des chevaux ou commandée par un moteur à alcool on a installé une petite machine dynamo. Cette dynamo est actionnée, grâce à un train d'engrenage, par l'essieu de la voiture, et elle est reliée à une bobine d'induction en avant de laquelle on a disposé un interrupteur Wehnelt. La bobine d'induction à la borne négative de son secondaire communiquant avec le bâti en fer du véhicule, c'est-à-dire mise à la terre, son pôle positif à haute tension se rattache à une série de balais métalliques placés à l'arrière, au-dessous de la voiture. Ces balais, susceptibles de se déplacer dans le sens vertical, laissent échapper un large faisceau d'étincelles qui, en se rendant à la terre, foudroient les insectes se trouvant sur leur passage. La voiture doit suivre immédiatement la charrue; cette dernière, en ouvrant le sol, met à découvert de nombreux insectes et larves. L'appareil Lokuzejewsky fera l'objet, au printemps prochain, d'essais pratiques étendus. L'inventeur se propose de l'employer surtout pour la destruction de l'helminthospore rhizoctone, un coléoptère qui, en Russie cause d'importants dégâts dans les plantations de betteraves et que l'on n'est jusqu'ici parvenu à combattre efficacement qu'à grands frais. — G.

La traction électrique sur les chemins de fer italiens.

Nous relevons dans la *Gazette de Francfort* l'information suivante, qui lui parvient de Milan :

« La traction électrique sur la ligne Monza-Milan, qui constitue la première expérience tentée en Europe en ce qui concerne une voie ferrée de plein exercice, est aujourd'hui définitivement abandonnée, car le nouveau service n'a pas répondu aux espérances du début, particulièrement au point de vue financier. Sur la ligne en question, de même que sur la ligne Poggio-Rusco-Bologne, l'usage des accumulateurs n'a pas donné de bons résultats. Actuellement, on ne rencontre plus en Italie que deux chemins de fer importants dotés de la traction électrique : celui de Milan-Gallarate-Varese-Porto Ceresio (lac de Lugano) sur lequel on applique le système Thomson-Houston à courant triphasé courant continu avec l'emploi d'un troisième rail et que l'on se propose de prolonger, avec le temps, jusqu'à Lugano. L'autre ligne, qui emploie un courant alternatif à haute tension, se rend de Lecco (lac de Côme) à Collico, puis se partage, en ce dernier point, en deux embranchements qui se prolongent respectivement jusqu'à Chiavenna et Sondrio, dans la Valtelline. Pour ces deux dernières lignes, on assure que l'exploitation serait satisfaisante au point de vue technique, mais que, en égard à l'élévation du prix de revient, on doute du caractère rémunérateur des résultats financiers. Actuellement il existe encore, entre Milan et Monza, une ligne électrique desservie par un tramway de 15 km de longueur qu'exploite la Compagnie Edison. — G.

Les incendies dans les stations d'électricité.

A la suite de l'incendie qui a détruit il y a quelques mois une partie de la station d'électricité de Bristol, ce sujet a été discuté dans les revues techniques et a été examiné devant l'Association municipale d'Electricité. M. Faraday Proctor, l'ingénieur électricien de la ville, déclare que ce désastre leur a suggéré l'idée d'éviter les points suivants dans la reconstruction de la station :

1° L'emploi de l'huile dans les supports de porcelaine;

2° L'usage du bois dans la structure du tableau de distribution y compris les planchers à moins qu'il soit présenté sous une forme à l'épreuve du feu. Des blocs de bois dur posés sur un lit de ciment peuvent être employés avec sécurité pour les fondations du tableau, car en même temps qu'elles sont ininflammables elles assurent un bon isolement au point de vue électrique et n'ont pas les inconvénients que présente le verre.

3° Les câbles, bien qu'armés avec plomb et fer, doivent en outre être protégés par des emboisements ou des canalisations métalliques.

4° Le toit ne doit pas comprendre dans sa construction aucune pièce de bois à moins qu'il soit réellement protégé; les portes doivent également être à l'épreuve du feu.

Depuis l'incendie, on a adopté le tableau de distribution Ferranti comme étant le plus pratique, mais alors il serait nécessaire que les tableaux établis d'après ce principe ne soient pas, comme d'habitude, construits sur le mur extérieur de la station. Car bien qu'à Bristol ces murs soient composés d'excellentes briques noyées dans du ciment, l'humidité et le vent agissant constamment sur ces murs finissent par annuler entièrement leur protection. — A. H. B.

-oo-

La fabrication d'appareils électriques de chauffage en Suisse.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* emprunte au rapport annuel de la Chambre de commerce de Zurich pour 1903 le passage ci-après :

« En Suisse, la fabrication des appareils électriques de chauffage a pris, durant 1903, un développement satisfaisant. La demande des dispositifs de chauffage et de cuisine, dans l'économie domestique, a augmenté, en même temps que l'usage de ces appareils s'est accru dans diverses branches commerciales, industrielles et scientifiques, notamment chez les médecins. Surtout pour ces derniers, la sécurité de fonctionnement, l'absence de mauvaises odeurs et de danger, la possibilité d'un réglage exact qui sont les caractéristiques des appareils électriques de chauffage, constituent des avantages de premier ordre. Chez les commerçants et les industriels, les mêmes appareils rencontrent des applications étendues qui vont du pot à colle jusqu'à la petite chaudière à vapeur, du fer à repasser jusqu'à la calandre des plus grandes dimensions. Une circonstance qui contribue encore puissamment à favoriser la vulgarisation de ces appareils, c'est que les stations centrales, particulièrement celles qui exploitent les chutes d'eau, cherchent autant que possible à trouver un emploi du courant durant les heures où elles n'ont pas à assurer, dans une mesure importante, des services de transports de force et d'éclairage. Les usines génératrices ont ainsi l'occasion d'alimenter non seulement des dispositifs de chauffage aménagés utilement en accumulateurs de calorique, mais encore les fours de boulangers et d'autres installations similaires dont la mise en service s'opère durant les heures de nuit. Sur ce terrain, de nouveaux problèmes à résoudre s'imposent constamment au technicien. C'est une fabrique de Zurich qui a été la première à construire des fours électriques de boulangers véritablement pratiques. Mais malgré l'activité déployée dans ce sens par les constructeurs et les inventeurs helvétiques, le placement des fours precités est encore minime, en raison des effets de la concurrence intérieure et étrangère. D'ailleurs, l'exportation suisse, en matière d'appareils de chauffage électrique en général, diminue plutôt qu'elle n'augmente; mais les fabricants indigènes ont pour objectif principal la satisfaction des besoins de l'intérieur. — G.

-oo-

Les accumulateurs Jungner.

Nous empruntons à l'*Elecktrotechnische Zeitschrift* l'information suivante ;

« La Société suédoise par actions des accumulateurs Jungner vient de mettre en service, entre Nowkoping et Kneippbaden (Suède), pour le transport des voyageurs, trois voitures automobiles pourvues de batteries Jungner à électrolyte alcalin. Chaque voiture parcourt en moyenne 15 km à l'heure et porte 10 voyageurs, en outre du conducteur. L'accumulateur Jungner actuel, à part quelques détails techniques, diffère peu de l'accumulateur Edison. Comme dans ce dernier, la matière active, formée de combinaisons d'hydrates de fer et de nickel, est logée dans deux récipients en tôle d'acier, ayant la forme de pochettes, revêtus d'un placage en nickel et perforés. La matière active est soumise, au moment où on l'introduit dans les pochettes en acier, à une pression de 400 kg par cm², de manière à acquérir une meilleure conductibilité. Afin d'empêcher la chute de la matière active, on a ajouté à cette dernière un bourrage en graphite. M. Jungner donne à ses unités des dimensions sensiblement plus grandes que celles des unités Edison ; chaque groupe de huit pochettes-récipients forme une électrode. Les plaques ont 3,5 mm d'épaisseur pour l'électrode positive et 2,5 mm pour l'électrode négative, l'écartement des plaques est de 2 mm. Comme électrolyte, on utilise une lessive caustique contenant 20 0/0 de potasse chimiquement pure. Antérieurement, M. Jungner avait essayé de construire un accumulateur potasse-argent et, dès 1900, il avait fait circuler dans les rues de Stockholm une automobile portant une batterie cadmium-argent, laquelle a parcouru jusqu'à 148,5 km avec une seule charge. Une des voitures automobiles qui font actuellement le service entre Nowköping et Kneippbaden doit être soumise à des essais pratiques avec des batteries argent-fer, attendu que l'accumulateur de ce dernier type donne jusqu'à 50 watts-heure et plus par kilogramme du poids total de l'élément, c'est-à-dire un rendement bien supérieur à celui de l'accumulateur nickel-fer. Malheureusement l'accumulateur à argent comporte un point faible qu'il est impossible de faire disparaître — son prix de revient élevé ». — G.

-oo-

Le câble sous-marin San-Francisco-Manille.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* donne les détails ci-après sur le câble sous-marin reliant les Etats-Unis aux îles Philippines, aujourd'hui complètement achevé. Jusqu'à Honolulu, la première étape à partir de San-Francisco, l'on rencontre 4420 km de câble immergé par un fond moyen de 4500 m et un fond maximum de 5600 m. Sur la section suivante, jusqu'aux îles Midway, on a posé 2320 km de câble par des fonds de 3600 m. La troisième section, jusqu'à l'île Guam, mesure 4650 km ; elle comporte une moyenne de fond de 4900 m, mais on y rencontre la plus grande dépression sous-marine jusqu'ici connue — environ 9000 m. La quatrième et dernière section, de Guam à Manille, a un développement de 2760 km avec des fonds moyens de 4000 m qui atteignent, par places, jusqu'à 6300 m. Le câble en question a une longueur totale de 14 140 km.

G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

Paris. — L. De Soye et Fils, impr., 18, r. des Fossés-S.-Jacques.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 714 3 Septembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD | L. DE SOYE & FILS
Libraire-Éditeur | *Imprimeurs-Éditeurs*
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49 | 18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe. — La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien** *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*

LAMPE A ARC EN VASE CLOS

ELIHU THOMSON.

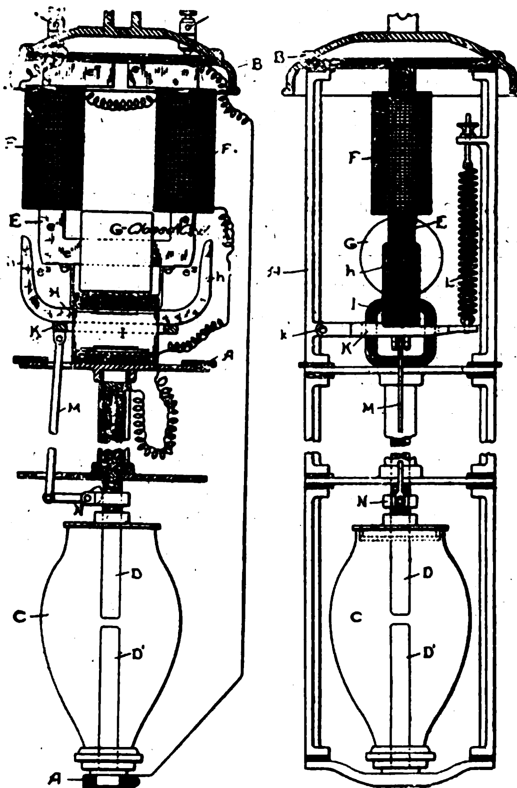
M. Elihu Thomson de Swampscott (Mass.), a récemment fait breveter une nouvelle lampe à arc en vase clos, étudiée pour marcher en série sur circuit à potentiel constant, alimenté par courants continus. Pour éviter l'instabilité de l'arc, il emploie des bobines de self-induction au lieu de la résistance généralement utilisée.

Nous empruntons la description de cette lampe au *Western Electrician* de Chicago.

Deux bobines de self-induction sont reliées en série avec l'arc; sur le noyau commun à ces deux bobines est placé, en outre, une troisième bobine formée d'un conducteur de faible résistance mis en court circuit. Les mouvements du charbon mobile sont commandés par une armature polarisée par un solénoïde en série avec les bobines de self-induction. Le noyau de ces bobines attire l'armature mobile quand le champ a une valeur prédéterminée; ce champ résulte à la fois du courant principal et de l'induction dans la bobine en court-circuit qui se produit à chaque variation du courant principal.

La figure ci-contre représente le mécanisme de la lampe; F,F sont les 2 bobines en série avec l'arc; E, le noyau commun en fer feuilleté ayant la forme d'un cadre rectangulaire ouvert à sa partie supérieure de façon à augmenter la réluctance du circuit magnétique et à réduire les effets de self-induction des bobines FF; G est la bobine en court-circuit formée d'une bande de cuivre enroulée; c'est cette bobine qui a pour objet de modifier le champ magnétique par les courants qui y prennent naissance sous l'influence des variations du courant principal. H est l'armature mobile polarisée par la bobine I en série avec les bobines F,F; cette armature porte deux cornes *h h* qui sont placées à proximité des angles *e*,*e*, du noyau rectangulaire E; elle est mobile à l'intérieur de la bobine I et un ressort antagoniste L sert à la maintenir en équilibre et à opérer le réglage de la lampe. Les mouvements de l'armature sont transmis au charbon par la tige M qui porte une mâchoire N.

Voici comment fonctionne cette lampe : le courant principal qui traverse les bobines F crée un champ magnétique qui provoque l'aimantation du noyau E sur lequel sont montées ces bobines dans un sens déterminé. Quand le courant principal varie, le champ magnétique variant en même temps, des courants induits prennent naissance dans la bobine en court-circuit G; ces courants induits créent à leur tour un champ inverse. L'armature mobile H étant polarisée par la bobine I est attirée par le noyau E; tant que le courant principal est stable l'attraction n'est pas modifiée si le noyau est loin de son point de saturation. L'arc se forme par suite de l'attraction de l'armature H vers le haut par le noyau E. Quand l'arc s'allonge par usure des charbons, l'intensité du courant principal diminuant en même temps, l'aimantation



de l'armature s'affaiblit en même temps que celle du noyau E; de telle sorte que cette armature s'abaisse en dégageant le charbon mobile de la mâchoire N; cette opération est accélérée par l'action de la bobine en court-circuit G qui, sous l'influence des variations du champ dans le circuit magnétique E, tend à créer aux extrémités de la portion horizontale e^1 de ce circuit des pôles e^3 de même polarité que ceux des bras *h*,*h* de l'armature H; tandis que la self-induction des bobines F crée une force électromotrice qui soutient le courant principal et prévient la rupture de l'arc. Si l'arc se raccourcit trop, le phénomène inverse se produit et, par suite, l'armature H est rapidement attirée, tandis que les bobines de self-induction F agissent

pour limiter l'accroissement du courant principal.

La forme des extrémités polaires de l'armature H est calculée pour obtenir une attraction sensiblement uniforme pour toutes les positions de cette armature par rapport au noyau E quand le courant reste constant, de telle sorte que la marche de la lampe ne soit pas influencée de ce fait.

A. Bainville.

INSTALLATION

DES STATIONS CENTRALES

D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

*Dans un travail présenté à l'*Institution of Electrical Engineers *de Londres, MM. C.-H. Merz et W. Mc Lellan ont étudié d'une manière complète l'installation des stations centrales génératrices. Ce mémoire très pratique contient tout un enseignement à l'usage des ingénieurs ayant à établir un projet d'installation.*

*Notre correspondant de Londres nous a bien adressé en temps utile un résumé de cette importante communication, résumé qui a été publié dans le numéro du 4 juin dernier de l'*Electricien *(page 360); mais, vu le grand intérêt que présente cette remarquable étude et afin de donner satisfaction à un grand nombre de nos lecteurs, nous commençons aujourd'hui la publication de la traduction de ce mémoire que nous trouvons dans le dernier fascicule paru du* Journal of the Institution of Electrical Engineers.

N. D. L. R.

INTRODUCTION

Objet du mémoire. — On s'est proposé dans cette étude de faire ressortir les points les plus importants qui doivent attirer l'attention lors de l'établissement d'un projet de station centrale devant assurer un service de distribution d'énergie électrique, en insistant particulièrement sur certaines considérations relatives au succès commercial de l'entreprise.

On ne cherchera pas à démontrer que la station génératrice, considérée séparément de l'installation extérieure, est la partie la plus importante de l'entreprise, car elle ne représente au plus que 50 0/0 de la dépense totale de premier établissement. Il est, toutefois, très rationnel de comparer les détails du projet et les dépenses de la station génératrice avec les détails et les dépenses qu'entraîne le reste de l'installation, c'est-à-dire le système de distribution. On a négligé dans cette étude de donner des renseignements complets sur les stations génératrices utilisant de puissantes forces motrices hydrauliques, parce qu'elles sont peu nombreuses en Angleterre, tandis que les autres sont très importantes et présentent suffisamment d'intérêt pour que leur étude fasse l'objet de ce mémoire.

Les principes qui vont être exposés, concernant l'établissement d'un projet de station centrale, sont applicables à toutes les installations, quelle que soit leur puissance, destinées à assurer une distribution d'énergie électrique pour force motrice, traction ou éclairage. Toutefois, dans des stations de faible puissance, certaines considérations n'ont plus la même valeur, soit pour des raisons économiques, soit pour d'autres motifs.

Les stations génératrices ont, suivant les cas, à assurer de nombreux services depuis la petite usine qui fournit le courant nécessaire à l'éclairage d'une ville ou à un réseau de tramways jusqu'à la grande usine qui doit alimenter de force motrice, dans toute une région, de nombreux établissements industriels. Quoique les principes généraux servant de base à l'établissement d'un projet soient identiques pour toute station, quelle que soit sa puissance, il est utile de faire remarquer, dès le début de cette étude, que beaucoup de considérations et de détails qui y seront exposés s'appliquent plus particulièrement à une station génératrice d'une puissance de 5000 kw et au delà destinée à alimenter une distribution électrique d'énergie et pouvant satisfaire à toutes les demandes (force motrice, traction et éclairage) pouvant se produire dans un rayon très étendue.

Conditions essentielles pour assurer le succès commercial d'une distribution d'énergie électrique. — Le succès commercial d'une installation de ce genre dépend absolument de l'économie dans la production de l'énergie et de la régularité du fonctionnement de l'usine. Ce n'est pas s'avancer que de dire que ces deux points constituent une nouvelle phase du problème. Ces conditions essentielles, quoique exactes en principe, peuvent être plus ou moins bien réalisées et il est certain que si le projet d'une station génératrice de distribution d'énergie était établie en prenant pour modèles certaines stations génératrices de traction électrique et d'éclairage, on arriverait à des résultats financiers désastreux.

Dans le cas d'une station génératrice de

tramways électriques, le capital dépensé pour l'équipement électrique n'est qu'une faible partie de celui qu'exige l'ensemble de l'installation; c'est pourquoi il est possible, et cela se voit fréquemment, de dépenser des sommes importantes pour construire de beaux bâtiments, avoir de belles installations, acheter une grande quantité de matériel de rechange, doubler sans nécessité les machines auxiliaires sans que ces dépenses compromettent d'une manière appréciable le succès commercial de l'entreprise.

Dans le cas d'une distribution d'énergie, il y a une limite de prix au-dessous de laquelle il faut se tenir si l'on veut obtenir la plupart des consommateurs comme clients. Cette limite est assez basse parce que la plupart des grands consommateurs sont dans des conditions très favorables pour produire économiquement la force motrice qui leur est nécessaire. Il s'ensuit que la Compagnie de distribution électrique d'énergie ne peut obtenir une exploitation rémunératrice qu'en portant toute son attention sur les moyens d'obtenir une production économique de l'énergie. Toutefois, la régularité de la distribution doit être une considération qui prime toutes les autres, même l'économie de production. Il est impossible en effet d'admettre qu'il puisse se produire une interruption dans la fourniture du courant alimentant une usine quelconque, si cette interruption est imputable à la compagnie de distribution. Pour obtenir un fonctionnement très régulier, il est indispensable, pour établir le projet de station centrale, d'étudier soigneusement la partie mécanique et de n'employer que les meilleures machines et les meilleurs appareils les plus appropriés au service à effectuer; on n'aura ainsi besoin que d'un matériel de rechange assez restreint et le projet sera simplifié.

Importance relative de la station génératrice suivant le système de distribution adopté. — Avant d'aborder le sujet principal de ce travail, il importe d'examiner attentivement l'importance relative de la station génératrice par rapport au système de distribution. Jusqu'à présent, dans toute distribution électrique d'énergie, on a accordé bien plus d'attention à l'installation de la station génératrice qu'au système de distribution à employer, quoique ce dernier présente une importance capitale tant au point de vue technique qu'au point de vue commercial.

Il est hors de doute, en effet, que le bon fonctionnement de l'ensemble d'une installation de distribution électrique d'énergie dépend en grande partie du plus ou moins de soins que l'on a apporté à l'étude du système de distribution. L'importance attribuée à la station génératrice dépend probablement des dépenses exagérées et souvent inutiles auxquelles, le plus souvent, elle a donné lieu (1). Il est intéressant d'examiner en détail le système de distribution et l'installation de la station génératrice, parce que l'on peut en tirer des conclusions permettant de déterminer, en connaissance de cause, les dépenses que l'on peut affecter utilement à la station centrale.

Réseau de distribution.

(1) Le système de distribution le plus généralement utilisé pour une distribution de force motrice est le système triphasé à 40 ou 50 périodes par seconde. En ce qui concerne la tension à adopter, elle dépend de l'étendue de territoire à desservir et, dans les cas, il est facile de la transformer. Le système de distribution une fois fixé et les câbles étant posés, la canalisation reste plus ou moins longtemps en bon état et ne peut être remplacée sans de grandes dépenses.

(2) Dans la plupart des cas, les frais de premier établissement d'un système de distribution dépassent 50 0/0 de la dépense totale d'installation, surtout si les frais d'installation chez les consommateurs sont à la charge de la compagnie. Dans tous les cas, que la compagnie prenne ou non à sa charge les frais d'installation chez les consommateurs, ces installations particulières font partie de l'ensemble du système et la compagnie est tenue de subir les frais de toute modification entraînée par un changement du système de distribution.

(3) La fabrication des câbles est actuellement bien faite et s'ils sont convenablement choisis et bien posés, les canalisations ne nécessitent que de minimes réparations. C'est pourquoi il est parfaitement justifié de compter une plus faible dépréciation sur la canalisation que sur le matériel de la station génératrice.

(4) Tout projet de grande installation de distribution d'énergie comporte l'établissement d'un réseau de câbles d'alimentation, de sous-

(1) Lorsque l'on considère qu'une chaudière à vapeur coûte seulement de 50 francs à 75 francs par kilowatt et qu'une turbine ou qu'un moteur à vapeur à grande vitesse coûte au maximum 250 francs par kilowatt, on est surpris de trouver des stations centrales où le prix total des chaudières et moteurs atteint 500 francs et même plus par kilowatt. En d'autres termes, les tuyauteries et installations des principales machines ont coûté trois ou quatre fois la valeur des machines.

stations, d'un réseau de câbles de distribution pouvant satisfaire aux demandes des consommateurs éventuels situés dans la zone de distribution. Le réseau de distribution doit être alimenté par une ou plusieurs stations centrales édifiées en des endroits où la production de l'énergie électrique peut être obtenue le plus économiquement, soit en brûlant du charbon, soit en incinérant des gadoues.

(5) Le système de distribution présente, comparé à la station génératrice, un rendement bien plus élevé qui n'est probablement jamais inférieur à 75 0/0.

(6) Par suite des dépenses élevées de première installation d'un réseau de distribution et de la difficulté de l'étendre progressivement d'une manière économique, un réseau de distribution se prête moins bien aux extensions futures que la station centrale.

Station centrale.

(1) Une station centrale, comparée au réseau de distribution, a un rendement beaucoup plus faible ne dépassant pas 10 0/0. Il y a donc lieu de s'attendre à de grands perfectionnements en ce qui concerne la production de la force motrice. C'est pour ce motif que la dépréciation du matériel générateur doit être comptée avec un pourcentage du capital de premier établissement beaucoup plus élevé que lorsqu'il s'agit du matériel du réseau de distribution.

(2) Une station génératrice peut être l'objet de notables extensions successives, sans que la dépense totale soit sensiblement plus élevée. Il est donc possible, au début, de n'installer que le matériel strictement nécessaire.

(3) Il est possible de changer l'emplacement de la station génératrice et d'alimenter le réseau de distribution à l'aide d'une ou de plusieurs stations installées en des points où la force motrice peut être obtenue plus économiquement.

MERZ et MC LELLAN.

(*A suivre.*)

NOUVEAU MODE

DE MONTAGE DES APPAREILS

SUR LES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES

Lorsqu'une ligne télégraphique et téléphonique n'est pas influencée par les phénomènes d'induction, la mise en circuit des appareils des postes transmetteur et récepteur ne présente aucune difficulté. Si, au contraire, la ligne est soumise à des phénomènes d'induction, le mode d'installation des appareils doit être judicieusement choisi si l'on veut obtenir un fonctionnement régulier.

On sait qu'une ligne à double fil, soumise à l'action d'un champ électrique ou magnétique, n'est pas influencée par ce champ lorsqu'on a pris la précaution, lors de l'établissement de la ligne, d'effectuer des croisements convenables en différents points de son parcours de manière à rendre la somme algébrique des forces électromotrices induites égale à zéro. Mais, dans ces conditions, il suffit d'intercaler une résistance sur un des deux conducteurs pour rompre l'équilibre du système, équilibre indispensable si on veut éviter les effets nuisibles dus à l'induction.

Le même inconvénient se présente si, au lieu d'intercaler une résistance sur la ligne, on place dans le circuit un appareil téléphonique ou un appareil accessoire tel qu'une sonnerie. Dans ces conditions, on voit que sur une ligne télégraphique ou téléphonique équilibrée, c'est-à-dire neutralisée en ce qui concerne les phénomènes d'induction, il ne convient pas de monter des appareils en série sur l'un ou l'autre des conducteurs de ligne.

Donc, il paraîtrait que le seul mode d'installation possible des appareils sur une ligne neutralisée consisterait à les monter en dérivation, comme du reste l'ont indiqué les électriciens américains dans un congrès tenu l'année dernière à New-York. Ce système de montage donne d'excellents résultats lorsque le nombre de postes à desservir est assez limité, trois ou quatre par exemple; mais il présente de graves inconvénients lorsque la ligne omnibus, télégraphique ou téléphonique, comporte huit ou dix postes. En effet, dans un circuit de ce genre, les signaux émis par un des postes extrêmes arrivent très affaiblis aux postes les plus éloignés, puisque tous les postes intermédiaires constituent autant de dérivations et il arrive souvent que l'intensité du courant est trop faible pour actionner les appareils du poste demandé.

Un nouveau mode d'installation, pouvant dans ce cas particulier donner de bons résultats, consiste à dédoubler l'appareil que l'on veut mettre dans le circuit en deux parties rendues égales tant au point de vue électrique qu'au point de vue magnétique. Pour cela, et en n'importe quel point de la ligne que l'on veuille installer l'appareil, il suffit de monter en série

sur l'un des conducteurs une partie de cet appareil, l'autre partie étant montée de la même manière sur le second conducteur. En opérant ainsi, l'équilibre des deux conducteurs par rapport à la ligne inductrice reste assuré, puisqu'il n'en résulte aucune différence dans les constantes électriques des deux conducteurs utilisés.

Appliquons ce dispositif à deux cas particuliers :

1° Circuit téléphonique soumis à l'induction d'une ligne télégraphique;

2° Circuit télégraphique influencé par une ligne de transport électrique d'énergie.

Dans les circuits téléphoniques omnibus, c'est-à-dire desservant un certain nombre de postes, il se présente une difficulté en ce qui concerne les appels. Il existe des appareils spéciaux permettant à des postes d'appeler un autre poste quelconque du circuit et cela sans déranger les

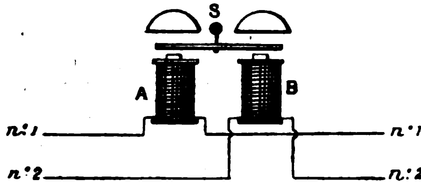


Fig. 1.

autres. Sans entrer dans l'examen de ces appareils spéciaux, supposons que les appels sur la ligne omnibus soient effectués au moyen de sonneries polarisées. Pour installer les appareils suivant le nouveau mode qui a été indiqué plus haut, il suffit, après avoir neutralisé convenablement la ligne, de monter la bobine A de la sonnerie S (fig. 1) en série sur le fil n° 1 et la bobine B en série sur le fil n° 2. Avec ce système de montage, l'intensité du courant actionnant les sonneries sera la même dans tous les postes, les appels seront parfaitement assurés et les effets nuisibles de l'induction resteront supprimés. Ces sonneries peuvent être établies de manière à avoir une résistance et une impédance très faibles, de manière à ne pas troubler les conversations téléphoniques. Lorsqu'on utilise des dispositifs d'appel plus compliqués, avec relais d'appel et de réponse, il suffit de monter un des relais en série sur l'un des conducteurs et le second relais également en série sur l'autre conducteur.

L'auteur a effectué des essais de son système sur plusieurs circuits omnibus des lignes téléphoniques à grande distance de la Société des téléphones de l'Italie centrale et il a obtenu d'excellents résultats.

Passons maintenant à l'application du dispositif à une ligne télégraphique omnibus influencée par une ligne industrielle de transport d'énergie. Dans ce cas, il ne suffit pas, pour empêcher les phénomènes d'induction, de remplacer la terre par un fil de retour. Malgré le

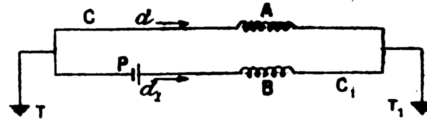


Fig. 2.

doublement de la ligne, le montage en série de tous les appareils télégraphiques que comporte le circuit (appareils Morse, par exemple) détermine, par suite des différences d'isolement dans les deux conducteurs, la circulation sur la ligne télégraphique d'un courant d'intensité telle qu'elle peut troubler considérablement les transmissions.

Il est donc nécessaire dans ce cas d'utiliser le nouveau mode de montage et de monter respectivement chacune des deux bobines de l'électro-aimant de l'appareil télégraphique en série sur l'un des fils du circuit. Toutefois, lorsque la ligne télégraphique présente une certaine longueur, peut être influencée par des courants induits d'intensité relativement notable et n'est pas parfaitement isolée, la disposition indiquée doit être modifiée et rendue plus complète.

Soit C C_1 (fig. 2) le circuit télégraphique dans lequel l'une des bobines A de l'électro-aimant est intercalée sur l'un des conducteurs et l'autre bobine B sur le second conducteur, les enroulements étant disposés de manière que le courant fourni par la pile P détermine respectivement un pôle nord sur une bobine et un pôle sud sur l'autre. Supposons, comme on l'a dit, que l'iso-

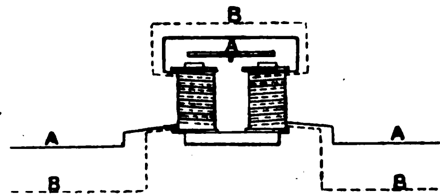


Fig. 3.

lement de la ligne soit défectueux; les courants induits pourront se rendre facilement à la terre en T et T_1 et ces courants qui, dans les fils de ligne, ont la même direction d et d_1, traverseront les bobines A et B et y développeront des pôles de même nom suffisamment puissants pour maintenir l'armature attirée ou en vibra-

tion, empêchant ainsi le fonctionnement régulier de l'appareil Morse.

Pour éviter cet inconvénient, c'est-à-dire pour empêcher que le passage des courants induits dans les bobines développe des pôles magnétiques, il suffit de construire des bobines à double enroulement; l'un de ces enroulements est parcouru par le courant du conducteur A, et l'autre par le courant du conducteur B, les connexions étant établies comme le montre la figure 3. Dans ces conditions, l'électro-aimant n'est plus influencé par les courants d'induction et n'obéit qu'aux émissions de courant de la pile. Les essais effectués ont donné de bons résultats.

Enfin, dans le cas général prévu plus haut et

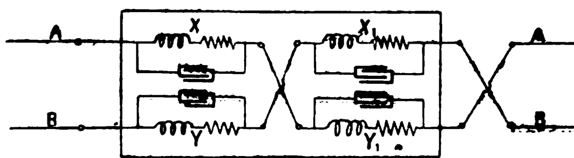


Fig. 4.

relatif au montage d'un appareil compliqué à intercaler sur les deux fils de la ligne, les connexions à établir sont clairement indiquées par le schéma que donne la figure 4.

Angelo Banti.

(Traduit de l'*Elettricista* par J.-A. M.)

LES PHÉNOMÈNES DE VISCOSITÉ MAGNÉTIQUE DANS LES ACIERS DOUX INDUSTRIELS ET LEUR INFLUENCE SUR LES MÉTHODES DE MESURE (1)

Les aciers doux coulés et recuits utilisés aujourd'hui dans l'industrie présentent presque tous d'une façon très intense le phénomène de la viscosité magnétique.

C'est ainsi que dans un anneau d'acier à section rectangulaire de 2 cm d'épaisseur, étudié par la méthode balistique, si l'on fait varier le champ magnétisant, de sa valeur maximum $\mathcal{H} = 98$ gauss à une valeur $h = -1{,}1$ (valeur de la force coercitive), on constate qu'en mettant le balistique en circuit, 9 secondes après avoir provoqué la variation du champ magnétisant, on observe encore une élongation. C'est lorsque h est voisin de la force coercitive que le phénomène présente sa durée maximum; mais on l'observe depuis $h = +1{,}1$ à $h = -9$.

Sur un anneau du même acier, n'ayant que 1 cm d'épaisseur, le phénomène, quoique moins intense, présente encore une certaine importance; pour $h = -1{,}1$ on l'observe encore au bout de 5 secondes.

On observe aussi des phénomènes analogues lorsqu'on cherche à tracer, par la méthode balistique, la courbe lieu des sommets de cycles d'hystérésis croissants. Le phénomène semble présenter un maximum au voisinage du maximum de perméabilité. Pour un champ de 4 gauss, donnant une induction de 9000, le fer n'a pris son état stable qu'au bout de 3 secondes.

On voit que dans ces conditions les méthodes balistiques dans lesquelles on trace le cycle d'hystérésis par degrés successifs et dans lesquelles les erreurs s'accumulent, donnent des résultats complètement erronés. C'est ainsi que pour l'anneau de 2 cm on trouve, pour l'induction correspondant à $\mathcal{H} = 98$, 14 900 et 16 000 pour l'anneau de 1 cm, alors que la valeur véritable est 17 100.

La méthode dans laquelle on produit la variation du champ magnétisant, toujours en partant du maximum, donne des résultats exacts pour certains points seulement (à condition toutefois encore que la valeur du champ maximum sature l'acier). Il est facile, en apportant une légère modification à cette méthode, d'en tirer des résultats exacts. Les phénomènes de viscosité se produisent lorsqu'on fait passer le champ magnétisant de sa valeur maximum $+\mathcal{H}$ à une valeur h; mais ils ne se produisent pas lorsqu'on ramène le champ magnétisant de h à $+\mathcal{H}$.

C'est pour cela que la somme $\delta_1 + \delta_2$ des élongations observées au balistique, en passant de $+\mathcal{H}$ à h et de h à $-\mathcal{H}$, est plus petite que l'élongation δ observée en passant directement de $+\mathcal{H}$ à $-\mathcal{H}$, mais que cette élongation δ est bien égale à la somme $\delta_3 + \delta_2$ (δ_3 étant l'élongation observée en passant de h à $+\mathcal{H}$). Il suffit donc de faire les lectures au balistique, non pas comme on le fait généralement en descendant de $+\mathcal{H}$ à h, mais en remontant de h à $\mathcal{H}$ pour ne pas avoir à craindre les erreurs dues aux phénomènes de viscosité.

Cette méthode n'est, bien entendu, applicable que pour des valeurs de $\mathcal{H}$, telles que l'acier soit à peu près saturé.

Dans tous les cas, il convient, pour l'étude par la méthode balistique des aciers doux, de ne pas donner une trop grande épaisseur aux éprouvettes.

Raymond Jouaust.

(1) Note présentée à l'Académie des sciences, le 25 juillet 1904.

LA NOUVELLE

STATION CENTRALE DE WATERSIDE

DE LA COMPAGNIE ÉLECTRIQUE EDISON

A NEW-YORK

(*Suite et fin*) (1).

Pour terminer cette description, il nous reste à parler des feeders de haute tension et du système de distribution souterrain (fig. 9).

Le courant triphasé, à la fréquence 25 sous 6600 volts, produit à la station de Waterside, est envoyé dans de nombreuses sous-stations par des feeders souterrains qui, en quittant le tunnel des canalisations à haute tension, passent dans 4 conduites principales qui se trouvent à l'ouest sous la 38 et 39e rues et au nord et au sud sous la 1re avenue.

Comme protection contre des chocs aux points de croisement, les câbles des courants triphasés à haute tension sont protégés par des enveloppes d'amiante et de ruban d'acier. En plaçant les feeders on a eu soin de les disposer de façon à ce que les feeders de chaque sous-station soient placés dans un caniveau séparé afin que le service ne soit pas interrompu.

Les conduites employées par la Subway Company ont généralement 0,75 mm de diamètre; le diamètre des câbles a donc été choisi en conséquence. Le nombre des feeders pour chaque station a été établi sur la section la plus économique, pour le facteur de charge observé, la chute de potentiel ne devant pas dépasser 5 0/0 pour un maximum de charge de 250 ampères par phase. Il a été trouvé que la section pour les trois câbles, répondant à ces conditions, était de 100 mm²

Les premiers câbles triphasés à haute tension

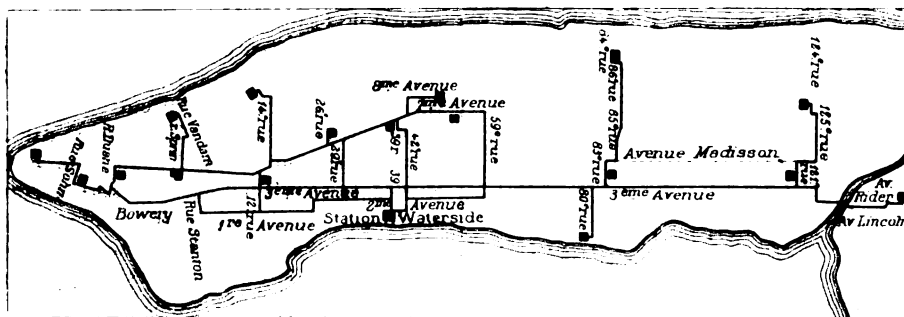


Fig. 9. — Réseau à haute tension de la station Waterside.

Ces canalisations font partie d'un réseau souterrain très étendu qui sillonne le sous-sol des avenues principales de la ville et de nombreuses rues transversales; ce réseau s'étend sur une longueur totale de 1000 km environ. Les conduites sont généralement en tuyaux de fer logés dans du béton ou en tuyaux de poterie placés dans un lit de béton.

Des regards sont ménagés à l'intersection des rues et à une distance de 75 en 75 m pour permettre l'introduction des câbles et pour effectuer les épissures.

Les câbles y sont fixés soigneusement et des ouvertures dans les couvercles des boîtes de jonction permettent l'échappement des gaz qui peuvent s'accumuler dans les regards autant que dans les conduites.

A côté des câbles à haute tension de la Compagnie Edison de New-York, les caniveaux contiennent encore les câbles d'un circuit à courants alternatifs de 60 périodes pour la transmission de force et pour l'éclairage, ainsi que les câbles d'un circuit de courant continu à haute tension alimentant des lampes à arc en série.

(6600 volts) posés par la Compagnie en 1898 étaient isolés au caoutchouc, mais dans les installations plus récentes on s'est servi exclusivement des câbles isolés au papier. Le réseau contient actuellement 66 km de câbles isolés au caoutchouc et 45 km dont l'isolation est assurée par du papier. Pendant l'établissement du projet de la station il a été décidé d'employer pour la haute tension des feeders de 100 mm² de section composés de 3 câbles isolés au papier sous plomb, chacun de ces conducteurs étant composé de 37 torons de fils de cuivre d'une section totale de 100 mm².

L'isolant au papier a 0,004 m d'épaisseur autour de chaque câble et la gaîne qui entoure les 3 câbles réunis à la même épaisseur.

L'enveloppe de plomb a 3 mm; elle contient de 2 à 3 0/0 d'étain. L'espace libre entre les conducteurs est rempli de jute avec addition d'une composition empêchant l'accès de l'air et de l'humidité. L'essai a été fait à la tension de 1500 volts alternatifs entre les conducteurs et la gaîne de plomb pendant une heure, la résistance isolement, y compris les joints, était de 300 mégohms par 1609 m à 60° F. La résistance isolement de chaque feeder est essayée chaque semaine, d'après les règlements de la Compagnie Subway. En plus de ces essais périodiques, des voltmètres statiques et des indi-

(1) Voir l'*Electricien*, des 18 juin, p. 395; 30 juillet, p. 71; 13 août, p. 107 et 20 août 1904, p. 122.

cateurs de terre de la Compagnie générale électrique sont installés à la station de Waterside et dans plusieurs sous-stations; ces appareils indiquent instantanément tout abaissement d'isolement dans le réseau.

Il avait été prévu dans le projet général d'élonger les feeders de haute tension en ligne droite entre la station de Waterside et chaque sous-station, mais il a été trouvé utile, dans certains cas, de faire des déviations vers des sous-stations intermédiaires. Dans ce cas le feeder bouclé a été amené à un panneau spécial, muni des connexions qui

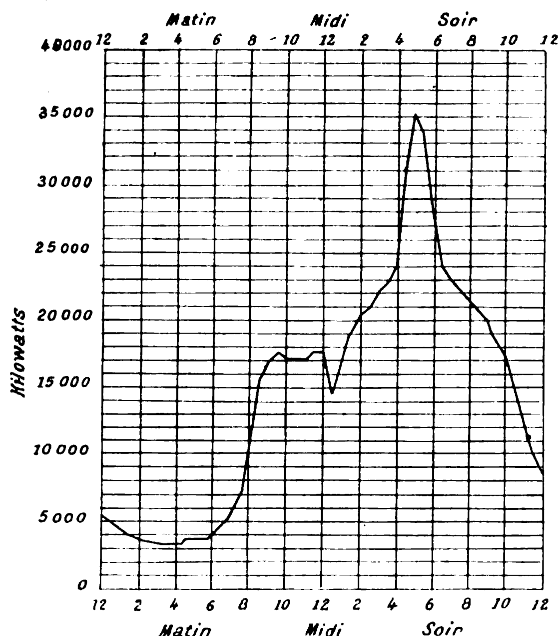


Fig. 10.

permettent de le mettre en communication, en cas de besoin, avec le tableau des feeders de la station; le courant arrive ensuite à la commutatrice, en ajoutant ainsi un feeder supplémentaire en cas de nécessité.

Les sous-stations. — La Compagnie possède actuellement 16 sous-stations avec commutatrices dans l'île de Manhatan. Plusieurs de ces stations emploient des groupes générateurs à vapeur à côté des commutatrices; d'autres n'ont que des commutatrices; toutes ont des batteries d'accumulateurs en service. Le quartier de la ville en deçà de la 8e rue est le quartier d'affaires par excellence, tandis que toute la portion au-delà de cette rue contient des habitations privées. La courbe caractéristique des charges (fig. 10) monte rapidement à partir de 9 heures du matin et continue de monter, sauf une chute brusque à midi, jusqu'à 5 heures du soir. Après 5 h. 30, la charge tombe brusquement et n'est qu'une fraction de la charge maximum. La zone comprise entre la 8e et la 59e rues a encore un caractère commercial, elle contient des magasins de détail, des hôtels, des théâtres et clubs et des nombreuses habitations, la section située plus haut que la 59e rue sert essentiellement à l'habitation, c'est pourquoi la courbe se maintient dans son maximum pendant trois ou quatre heures.

Afin de faciliter le service, les quartiers ci-dessus ont été divisés en trois zones, et le développement des opérations de la Compagnie va en progressant de la zone du centre vers la zone du nord et quoique en ce moment les câbles du courant continu de la Compagnie Edison de New-York, n'aillent pas au-delà de la 130e rue, la Compagnie se met en devoir d'étendre ces opérations au nord de l'île de Manhatan. La première contient cinq stations de distribution à basse tension, la 2e en contient sept, y compris la station de Waterside, et la 3e en contient quatre, sans compter la station de la 80e rue qui ne produit que le courant à haute tension. — Au nord du fleuve Harlem, la station de l'avenue Rider fournit au faubourg de Broux des courants alternatifs triphasés et du courant continu pour les lampes à arc. Cette station est reliée par un circuit triphasé à haute tension à la station de Waterside; par une ligne de transmission elle est réunie avec la Company Riverdale et la Company Jonkers Electric Light et Power. Parmi les stations génératrices existantes, seule la station de la rue de la Douane et celles de la 26e et de la 12e rues utilisent des groupes générateurs à vapeur à côté des commutatrices, pour aider la station de Waterside pendant la période de la plus grande consommation, dans la saison d'hiver.

Toutes les sous-stations ont été construites d'après trois modèles distincts : dans les stations appartenant au premier groupe, le rez-de-chaussée contient les machines commutatrices et les transformateurs statiques; les panneaux des feeders de haute tension et les panneaux des commutatrices sont installés dans une galerie, située à la hauteur du premier étage dans toute la longueur du bâtiment au-dessus des transformateurs; l'espace restant du premier étage contient les batteries d'accumulateurs; à l'étage supérieur se trouvent deux logements, destinés aux hommes d'équipe de la Compagnie. Dans le second type de sous-station la salle qui contient les appareils de commande est située au rez-de-chaussée, la commutatrice à basse tension et le tableau des feeders sont placés dans la même salle, le long du mur extérieur, tandis que les appareils de haute tension sont placés à l'étage au-dessus. Les batteries d'accumulateurs sont disposées, tantôt au premier étage, tantôt dans le sous-sol, l'étage supérieur étant toujours destiné à l'habitation.

Dans l'annexe de la 26e rue tout le matériel transformateur est monté dans le sous-sol du bâtiment et les deux tableaux de haute et de basse tension dans la partie antérieure du premier étage.

L'équipement essentiel de chaque sous-station est le suivant :

1° Un tableau de distribution de haute tension pour les feeders de haute tension et les panneaux pour la machine commutatrice.

2° Transformateurs à circulation d'air;

3° Tableau de distribution à basse tension pour courant alternatif pour la commande de la commutatrice;

4° Régulateurs I. R. T. de la commutatrice;

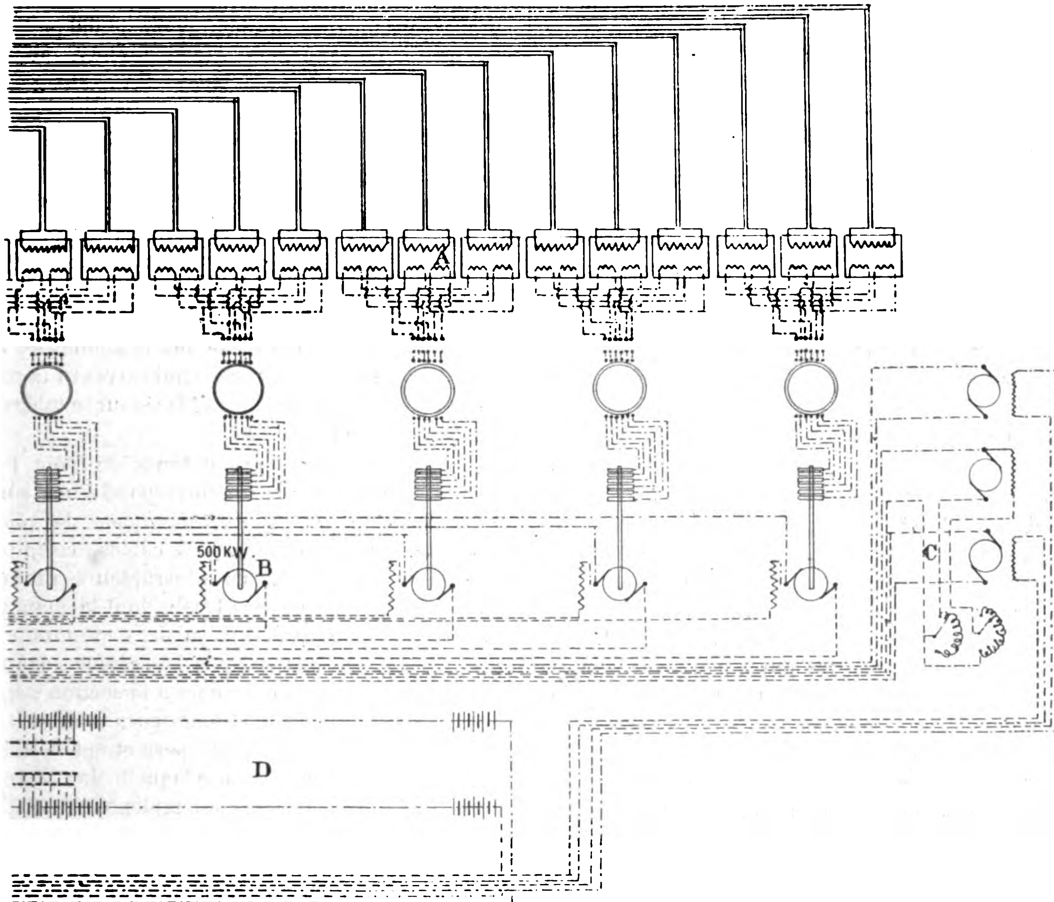


Fig. 11. — Diagramme général des connexions dans les sous-stations.

5° Commutatrices;

6° Tableau de distribution pour courant continu à basse tension;

7° Batterie d'accumulateurs et survolteur;

8° Compensateur de charge pour le réseau à 3 fils;

9° Panneau pour les feeders à basse tension.

La marche du courant à travers une de ces stations est la suivante : le courant alternatif triphasé 6600 volts, 25 périodes, arrive par le feeder de haute tension à 3 conducteurs, il passe ensuite par le panneau muni d'appareils tels que commutateurs, interrupteurs automatiques et permutateurs réunis aux bornes du panneau de la machine à haute tension. Le panneau de haute tension est réuni par des câbles doubles avec les primaires des transformateurs statiques dont les secondaires, par l'intermédiaire des commutateurs de courant alternatif, sont reliés avec un régulateur I. R. T. puis aux anneaux de la machine commutatrice. Par les bornes continues de la machine commutatrice, le courant passe par des commutateurs positifs et négatifs de la machine, reliés avec trois séries de barres omnibus par lesquelles le courant est envoyé aux feeders de courant continu à basse tension.

Les machines commutatrices ont été toutes construites pour une tension normale de 270 volts qui au moyen des régulateurs I. R. T. peut être augmenté ou diminué de 30 volts; l'égalisation de la charge entre les deux côtés du système est obtenue au moyen de la batterie d'accumulateurs et d'un compensateur.

Le panneau à haute tension. — Les feeders à haute tension à 3 conducteurs venant des conduites des sous-sols arrivent à la galerie de haute tension par un panneau contenant des interrupteurs à déclenchement rapide. Ces interrupteurs sont montés sur des plaques de marbre supportées par des isolateurs en porcelaine. Une série de coupe-circuit pneumatiques et une autre série de relais inverseurs de courants et de relais de limite

de charge sont montés au sommet du panneau.

Les transformateurs statiques sont tous du type à circulation d'air; ils sont montés respectivement en séries de 3 à 200 kw et de 3 à 400 kw pour les commutatrices de 500 et de 1000 kw.

Ils sont montés sur des plateformes communiquant avec la conduite dans laquelle l'air est chassé par des ventilateurs électriques installés d'un seul ou des deux côtés de la plateforme.

Les enroulements des circuits primaires et du circuit secondaire dans les transformateurs ont été calculés pour un rapport de transformation de 6300 à 170 volts, mais il est possible d'obtenir d'autres rapports en établissant des connexions entre les prises intermédiaires que l'on peut ajouter de façon à compenser la chute de potentiel sur les feeders de différente longueur et obtenir un rapport voulu du voltage alternatif au voltage continu.

Les transformateurs d'un type récent contiennent un thermomètre qui est monté entre les enroulements et qui permet de lire les variations de température.

Ces transformateurs ont été calculés de façon à pouvoir fonctionner avec une surcharge de 25 0/0 pendant 3 heures après 24 heures de fonctionnement à pleine charge, ou avec une surcharge de 50 0/0 pendant 1 heure, sans trop d'échauffement.

Le rendement des transformateurs de 200 kw est de 97 1/2 0/0 et celui des transformateurs de 400 kw de 98 0/0. Les bobines secondaires sont composées d'un enroulement double réuni à un double triangle dont les sommets sont reliés avec l'interrupteur commandé électriquement. Les transformateurs statiques ont été fournis par la Compagnie générale électrique et la Compagnie Westinghouse.

Tableaux de distribution de courant alternatif à basse tension. — Les commutateurs commandés électriquement sont montés sur les plateformes qui contiennent les transformateurs; la commande se fait au moyen des petits commutateurs placés sur le tableau; il en résulte une économie de câbles et de l'espace occupé sur le tableau de distribution. Le même panneau contient les lampes pilotes et les lampes de synchronisation, qui sont employées comme indicateurs.

Les régulateurs. — Les secondaires des régulateurs à induction sont en série entre les commutateurs commandés électriquement et les anneaux collecteurs de la commutatrice. Les enroulements primaires sont en dérivation sur les secondaires; ils sont placés sur un noyau mobile qui peut être tourné d'un angle fixe dans une ou l'autre direction par un petit moteur à courant continu, commandé par un commutateur placé sur le tableau. Ces régulateurs sont installés sur les plateformes des transformateurs; ils ont été construits par la Compagnie générale électrique et par la Compagnie Westinghouse.

Les commutatrices. — Les commutatrices sont à 6 phases et de 2 types de 1000 et 500 kw; les types de 1000 kw donnent 270 volts en tournant à la vitesse de 187 1/2 tours par minute; le type de 500 kw sont à 6 phases donnant du courant continu sous 270 ou sous 300 volts à 375 tours par minute. Ces commutatrices sont pourvues d'un régulateur au moyen duquel on peut faire varier la tension de 240 à 360 volts, le voltage plus élevé étant nécessaire pour les sous-stations de la ville supérieure à cause de la longueur des feeders.

Les commutatrices peuvent supporter 25 0/0 de surcharge pendant trois heures ou 50 0/0 pendant une heure. Le rendement est très élevé; avec le type de 1000 kw il atteint 96 3/4. Tous les transformateurs rotatifs ont été fournis par les Compagnie générale électrique et Westinghouse.

Le tableau de distribution du courant continu à basse tension. — Tous les tableaux de distribution du courant continu de la station Edison de New-York sont divisés en deux sections indépendantes qui correspondent aux pôles (+) et (—); le côté qui correspond au pôle négatif sert à établir les connexions entre les machines et les barres-omnibus. Les appareils qui servent à la manœuvre et à la régulation sont placés sur le tableau, correspondant au pôle (+).

Les interrupteurs-commutateurs du pôle (—) sont à 3 pôles, dont chacun correspond à une série de barres-omnibus. Afin d'économiser la place et d'éviter l'encombrement des câbles. certaines sous-stations emploient des interrupteurs-commutateurs à 3 pôles du type Brush, dont la manette pivote parallèlement à la base du commutateur. Dans les autres sous-stations les câbles négatifs des commutatrices sont amenés à la section négative du tableau, où les commutateurs montés sur des châssis massifs en cuivre, permettent de faire les connexions avec n'importe laquelle des barres-omnibus placées au revers du tableau.

Ces commutateurs ont seulement 30 cm et 45 cm de largeur respectivement aux commutatrices de 500 et de 1000 kw et ils réduisent au minimum la largeur des panneaux du tableau négatif. Les connexions du tableau correspondant au pôle (+) de la commutatrice sont amenées à un commutateur-interrupteur à 3 pôles semblable à celui dont il a été question plus haut.

Dans ce cas cependant il y a 4 commutateurs, celui du dessus étant d'un plus petit modèle pour mettre en marche la commutatrice du côté du courant continu. Au-dessus des manettes des rhéostats sont placés les appareils enregistreurs qui consistent en un ampèremètre Stanley, une lampe de synchronisation, un ampèremètre Wastonlyfe Van Vleek à échelle horizontale et un voltmètre alternatif Stanley pour chaque station; ce dernier est muni d'un commutateur à contact glissant qui permet de le mettre en communication avec n'importe laquelle des machines.

Les batteries d'accumulateurs, les survolteurs et les compensateurs. — Les batteries d'accumulateurs installées dans presque toutes les stations, où se fait la distribution du courant sont appelées à accomplir au moins trois fonctions importantes : elles assurent la continuité du service, elles régularisent le courant de consommation, enfin elles règlent le fonctionnement du système. La batterie est composée de 150 éléments divisés en séries de 75 de chaque côté du conducteur neutre. Chaque élément a une capacité de 2000 ampères-heure pour le régime de décharge en une heure, 3000 ampères-heure pour la décharge en 3 heures et 4000 ampères-heure pour la décharge en 10 heures. 20 éléments de chaque côté de la batterie sont reliés aux bornes (+) et (—) d'un commutateur manœuvré par un petit moteur; la commande de ce moteur se fait au tableau de distribution principal. Chaque batterie a deux éléments de réglage, de chaque côté du système, permettant leur connexion simultanée aux deux barres. Les batteries sont chargées par des survolteurs composés d'un moteur de 110 ch 240 volts tournant à 750 tours par minute et de deux génératrices de 40 kw 50 volts montées sur le même arbre.

A côté de la batterie, qui contribue beaucoup à maintenir l'équilibre des deux côtés du système, chaque sous-station commutatrice contient un petit compensateur, qui consiste en deux dynamos de 125 volts rigidement réunies l'une à l'autre et placées dans le circuit en série à travers le système, le point milieu étant réuni au câble neutre. Lorsqu'il y a équilibre parfait, les deux dynamos travaillent comme moteurs; dans le cas contraire, une des machines devient génératrice et elle envoie le courant au côté le plus faible.

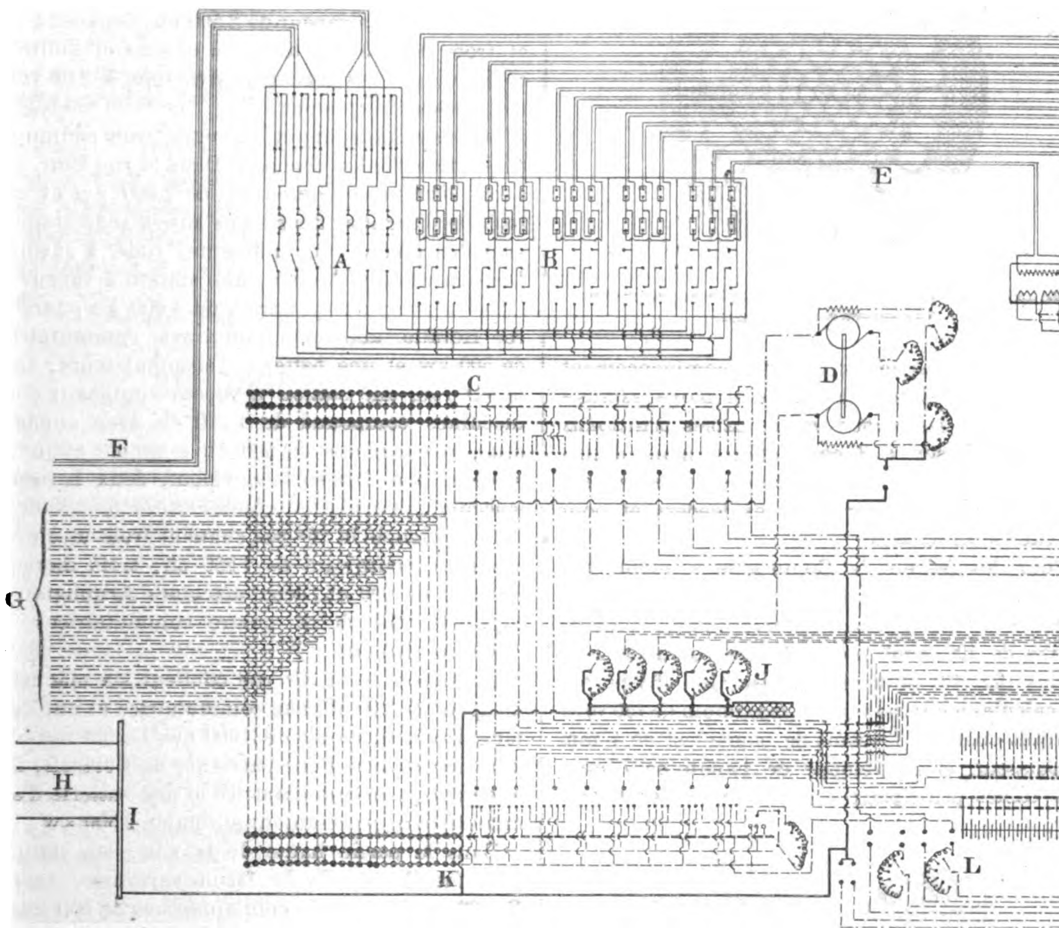


Fig. 12. — Diagramme des connexions dans les sous-stations.

Le tableau des feeders de basse tension. — Ce tableau est composé de 2 panneaux (+) et (—) chacun contenant une série de barres, montées derrière, et, qui sont disposées de champ d'après le système Van Vlock; de l'autre côté du tableau il y a 3 commutateurs de 1500 ampères et au dessus de ces commutateurs sont montés un ampèremètre à échelle horizontale et un voltmètre.

Les câbles neutres des feeders n'arrivent pas au tableau de distribution mais ils sont reliés avec les câbles neutres de la batterie et du compensa-

teur et avec la barre neutre placée dans le tunnel du sous-sol de la station.

Les feeders et les conducteurs principaux de basse tension. — Les feeders et les conducteurs sont tous placés dans les conduites souterraines, où ils forment un réseau continu basé sur le système Edison à 3 fils avec 2 × 120 volts au

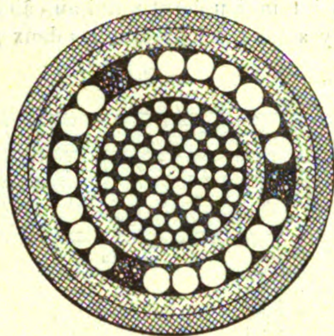


Fig. 13. — Câbles à double conducteurs, isolés au papier pour les courants à basse tension.

service des consommateurs. Au commencement des travaux la Compagnie avait employé exclusivement pour les feeders et les câbles principaux les tubes Edison à 3 conducteurs, mais depuis quelques années on a remplacé ces tubes par des câbles isolés au papier pour les feeders et pour les câbles principaux.

Pour les feeders, la Compagnie a adopté des câbles concentriques à deux conducteurs isolés au papier et recouverts de plomb d'une section de cuivre de 400 mm² pour chaque conducteur et munis (fig. 13) de 6 fils pilotes. Ces câbles ont été calculés pour une tension maximum de 750 volts courant-continu; l'isolant de papier est de 4 mm d'épaisseur, et l'enveloppe de plomb de 7 mm. Les câbles principaux sont de 140 et de 80 mm²

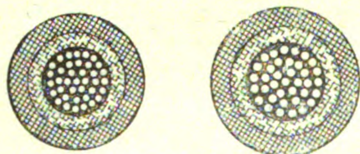


Fig. 14. — Câbles à simple conducteur, isolés au papier.

de section à simple conducteur (fig. 14) isolé au papier et sous plomb; ils doivent supporter la tension de 750 volts courant continu avec un isolant de 3 mm² sous une enveloppe de plomb de 3 mm².

L'équipement actuel des stations. — La charge maximum des stations de la Compagnie Edison est de plus de 35 000 kw indépendamment du service à courant alternatif de 60 périodes et du réseau des lampes à arc en série de la Compagnie Edison de New-York. Cette charge a été maintenue au moyen des machines à vapeur, des machines commutatrices et par des batteries d'accumulateurs distribués dans les diverses stations.

Dans le bas de l'île de Manhatan, dans le bâtiment de Bowling Green, il y a une annexe avec une commutatrice de 400 kw et une batterie d'accumulateurs qui servent à maintenir la charge maximum et à alimenter les demandes locales. Dans la rue Gold, il y a une installation de machines à vapeur avec une commutatrice de 500 kw et une batterie d'accumulateurs. Dans la rue de la Douane se trouve une des plus grandes stations de la Compagnie. Elevée en 1890, elle comprenait trois machines à vapeur de 2 500 ch; deux de 1 250 et trois de 600 ch, toutes à extension multiple commandant des machines dynamos à 240 volts accouplées directement.

Cette station contient, en outre, trois commutatrices de 1 000 kw chacune. Dans la rue Elm, il y a une station commutatrice de 2 000 kw et une batterie d'accumulateurs. Les autres sous-stations sont distribuées dans différentes rues, à savoir : Dans la rue Vandamme, une station à vapeur de 1 500 ch avec commutatrice de 1 000 kw; dans la rue Horalio, une sous-station avec commutatrice de 500 kw et une batterie d'accumulateurs; dans la 12ᵉ rue, une station à vapeur contenant deux machines compound de 1 250 ch avec condenseur, une machine de 500 ch à simple cylindre, système Mac. Intosh et Seymour, deux batteries d'accumulateurs et une commutatrice de 2 500 kw.

La station de la 26ᵉ rue contient trois machines à vapeur Southward de 1 250 ch; trois moteurs Dickson de 600 ch, deux machines Armington et Sims de 250 ch et quatre commutatrices de 1 000 kw chacune.

La station de la 39ᵉ rue contient six machines à vapeur de 250 ch, une commutatrice et une batterie d'accumulateurs de 3 000 kw. La 53ᵉ rue contient une station d'une puissance de 1 000 ch; il y a, de plus, une commutatrice et une batterie d'accumulateurs représentant ensemble 2 500 kw.

Dans la partie haute de la ville, les stations sont distribuées de la façon suivante : la rue Est 83ᵉ contient trois commutatrices de 500 kw et une batterie d'accumulateurs; la rue Ouest 84ᵉ contient deux commutatrices de 500 kw chacune et une batterie d'accumulateurs; rue Est 121ᵉ trois commutatrices de 500 kw chacune et une batterie d'accumulateurs; rue Ouest 124ᵉ, une commutatrice de 500 kw et une batterie d'accumulateurs; enfin une station à vapeur de la rue Est 80ᵉ de 3 500 ch avec du courant alternatif diphasé et des machines pour l'éclairage par lampes à arc.

Toutes les batteries d'accumulateurs installées dans ces diverses stations, sauf celles de la 53ᵉ et de la 12ᵉ rue, dont la capacité est double, ont une capacité de 6 000 ampères-heure à 135 volts au régime de décharge en 3 heures.

O. DOMAR.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 25 JUILLET 1904

M. Mascart présente une note de M. Raymond Jouaust sur *les phénomènes de viscosité magnétique dans les aciers doux industriels et leur influence sur les méthodes de mesure* (1), une note de M. E. Mathias ayant pour titre : *Exploration magnétique du gouffre de Padirac*, et enfin une note de M. A.-B. Chauveau *sur la déperdition électrique dans l'air, au sommet de la tour Eiffel, pendant l'orage du 24 juillet.*

SÉANCE DU 1er AOUT 1904

M. J. Violle présente une note de M. C. Camichel sur *l'ampèremètre thermique à mercure.*

MM. A. Hollard et L. Bertiaux communiquent une note sur le *dosage du bismuth par électrolyse.*

BIBLIOGRAPHIE

Elektrotechnisches Auskunftsbuch Alphabetische Zusammenstellung von Beschreibungen, Erklærungen, Preisen, Tabellen und Vorschriften. Nebst Anhang, enthaltend Tabellen allgemeiner Natur (*Dictionnaire électrotechnique. Recueil alphabétique de descriptions, explications, prix, tables et règlements. Avec une annexe, contenant des tables d'un caractère général*), par S. Herzog, ingénieur. Un volume in-8° de 852 pages. Prix, relié : 10 mark (Munich et Berlin, R. Oldenbourg, éditeur, 1904.)

Le titre ci-dessus, que nous avons tenu à reproduire *in extenso*, a le mérite d'énumérer brièvement tout ce qui se rencontre dans l'ouvrage de M. S. Herzog. Nous ne connaissons, dans la littérature technique française, qu'un seul livre présentant quelque analogie lointaine avec l'œuvre de M. Herzog, et encore seulement quant à l'allure générale et en ce qui concerne la disposition des matières : nous voulons parler du *Dictionnaire d'électricité et de magnétisme* de Jacquez. Nous n'avons pas l'intention, d'ailleurs, de chercher à établir une comparaison avec ce dernier dictionnaire, dont la seconde édition remonte assez loin et qui ne s'occupe spécialement que de la télégraphie, tandis que M. Herzog a fait entrer dans son volumineux recueil toutes les branches de l'électricité, en s'efforçant de mettre à la disposition de l'ingénieur les renseignements nécessaires pour la solution des divers problèmes de la pratique et pour l'établissement rapide des devis. Les articles concernant les nombreux appareils utilisés dans l'électrotechnique sont suivis d'une liste des principales maisons allemandes de construction, avec indication des matières premières employées, des dimensions, de la puissance et des prix de vente. A ce dernier titre surtout, le dictionnaire de M. S. Herzog mérite de retenir l'attention de nos constructeurs français qui lisent l'allemand; ils y rencontreront des indications précieuses pour la rédaction de leurs catalogues et de leurs prix-courants. L'auteur ne se dissimule pas que son livre, déjà si étendu, est perfectible; il espère pouvoir compléter, d'année en année, les lacunes que la pratique révélera; mais tel qu'il est actuellement, il constitue un document indispensable à tous les électriciens, car ce livre leur évitera bien des recherches.

(1) Le texte de cette note est reproduit p. 150 du présent numéro.

Die Gefahren der Elektrizitæt im Bergwerksbetriebe (*Les dangers que comporte l'emploi de l'électricité dans les exploitations minières*), par Baum. Un volume in-8° de VI-138 pages avec 109 fig. Prix, cartonné : 4 mark. (Berlin, Julius Springer, éditeur, 1904.)

Au moment où l'électricité commence à jouer un rôle qui promet de devenir prépondérant dans l'industrie minière, le livre dont nous venons de reproduire le titre ne peut manquer d'offrir de l'intérêt pour tous ceux qui s'occupent de l'exploitation des richesses du sous-sol. M. Boum ne s'est point borné à reproduire les règlements arrêtés par l'Administration allemande et par l'Union des électrotechniciens allemands à propos des installations électriques établies dans les mines. Etendant ses investigations aux autres pays, il signale en outre les règlements de même nature appliqués en dehors de l'Allemagne, il compare entre elles ces diverses prescriptions et apprécie leur portée. Cette étude critique forme la première partie de son ouvrage. Quant à la seconde et dernière partie, elle est spécialement consacrée à l'examen détaillé de l'outillage électrique qui trouve son emploi dans les mines : machines, appareils, conducteurs, dispositifs, transmetteurs de signaux, etc., ainsi qu'à l'exposé des méthodes à suivre pour faire donner à cet outillage tout son rendement et le rendre en même temps inoffensif.

Der Kaskadenumformer. Seine Theorie, Berechnung, Konstruktion und Arbeitsweise (*Le moteur générateur en cascade. Sa théorie, ses dimensions, sa construction et son mode de fonctionnement*), par E. Arnold et J. L. la Cour. Un volume in-8° de 80 pages avec 38 fig. Prix, broché : 2,40 mark. (Stuttgart, Ferdinand Enke, éditeur, 1904.)

L'ouvrage ci-dessus, qui se recommande spécialement à l'attention des constructeurs, forme les fascicules 3 et 4 du volume VI de la collection des conférences électrotechniques publiée par M. le Dr Ernest Voit et éditée par la maison Enke de Stuttgart. Les auteurs ont donné à leur étude les divisions ci-après : I. Description générale; II. Démarrage; III. Enroulements et montage; IV. Tension et intensité du courant; V. Changement de tension; VI. Rendement; VII. Devis; VIII. Exemple pour l'établissement d'un devis; IX. Exemple pour la construction d'un moteur-générateur en cascade; X. Réglage de la tension et compoundage; XI. Courbes caractéristiques du moteur-générateur en cascade; XII. Fonctionnement en parallèle et action réflexe à l'usine centrale; XIII. Commutation; XIV. Dé-

termination du rendement; XV. Résultats des essais d'un moteur-générateur.

-oo-

Elektrotechnik in Einzel-Darstellungen. Herausgegeben von Dr G. Benischke. Heft 4. Die vagabundierenden Strœme elektrischer Bahnen (*L'Electrotechnique en monographies. Publié par le Dr G.* Benischke. *Fascicule 4. Les courants électriques vagabonds des tramways électriques*), par le docteur Carles Michalke. Un volume in-8° de VI-85 pages, avec 34 fig. Prix, broché : 2,50 mark. (Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, éditeurs, 1904).

La maison d'édition Vieweg a récemment entrepris la publication, sur l'électrotechnique, d'une série de monographies détachées et à bon marché qui sont destinées aux étudiants des écoles techniques, ainsi qu'aux ingénieurs praticiens désireux de compléter leurs connaissances en certaines branches du domaine de l'électricité. Le quatrième volume de ce recueil, dont nous avons donné ci-dessus le titre, traite une question encore obscure, qui a déjà été fréquemment examinée dans les journaux techniques, mais qui n'a pas encore fait l'objet d'une étude d'ensemble. Cependant, cette question intéresse de nombreuses personnes, notamment les constructeurs de tramways, les propriétaires des conduites d'alimentation d'eau et de gaz, les administrations télégraphiques et téléphoniques, les municipalités. L'auteur s'est attaché à réunir, sous un format commode, ce que l'on connait déjà à propos des courants vagabonds ou parasites et à l'exposer d'une manière accessible à tous les intéressés, en présentant les calculs sous une forme élémentaire. Il n'a pas négligé, d'ailleurs, de donner en outre les mêmes calculs sous une forme rigoureusement mathématique, dans des notes spéciales destinées spécialement aux techniciens. M. Michalke a donné à son livre les divisions suivantes : Généralités, — Courants telluriques lors d'une charge uniforme des rails, — Courants telluriques lors d'une augmentation uniforme de la charge des rails, — Valeurs de la résistance, — Distribution de la tension dans le sol, — Courants corrosifs, — Courants corrosifs provenant de sources autres que les tramways, — Corrosions, — Mesures, — Dispositifs protecteurs, — Autres perturbations occasionnées par les courants parasites. Dans sa conclusion, M. Michalke fait remarquer qu'il a toujours été possible, jusqu'ici, de rendre inoffensifs les courants parasites provenant des tramways; que les mesures de précaution à adopter diffèrent suivant les circonstances locales; et enfin que ces mesures doivent être concertées et fixées d'un commun accord entre l'électrotechnicien et les services de distribution de l'eau et du gaz.

-oo-

Dr J. Fricks. — Physikalische Technik oder Anleitung zu Experimentalvortrægen sowie zur Selbstherstellung einfacher Demonstrationsapparate. [*La partie technique de l'enseignement de la physique, par le Dr J. Fricks, ou Guide pour les conférences accompagnées d'expériences, ainsi que pour la construction improvisée d'appareils simples de démonstration.*] 7e édition, complètement remaniée et considérablement augmentée. 1er volume, 1re division. 1 vol. in-8° de XXIII-630 p., avec 2003 figures. Prix du 1er vol. (1re division), broché : 16 mark. (Brunswick, Frédéric Vieweg et fils, éditeurs, 1904.)

Cet important ouvrage, dont six éditions précédentes attestent le succès, aura sa septième édition complètement imprimée dans un délai d'un an ou deux. Il n'est pas seulement destiné à guider le professeur de physique dans son enseignement; il peut encore être lu avec fruit par le constructeur d'appareils de laboratoire qui y rencontrera plus d'une indication précieuse sur la direction qu'il doit donner à son activité. La première partie que nous avons sous les yeux s'occupe uniquement des locaux d'une école de physique, de leur construction et de leur aménagement. En indiquant l'emploi rationnel de l'outillage, des appareils de démonstration, l'auteur nous fait successivement explorer, avec un soin méticuleux qui ne laisse échapper aucun détail, le grand amphithéâtre, le petit amphithéâtre, la salle des préparations, les locaux renfermant les collections, l'atelier des mécaniciens. La partie matérielle du volume correspond à la valeur du texte; il convient de signaler tout particulièrement la clarté et la netteté des nombreuses figures. Excellent ouvrage qui n'a pas d'analogue en France où pourtant il rendrait de grands services.

-oo-

Electric motors. Continuous current motors and inductions motors. Their theory and construction. *Les moteurs électriques. Moteurs à courant continu et moteurs d'induction. Théorie et construction*, par Henry M. Hobart. Un volume, format 225 × 140 mm, de x-458 pages avec 480 figures. Prix : 12 sh. 6 d. (Londres et New-York, Whittaker and C°, éditeurs).

Ce traité s'écarte beaucoup du mode d'exposition ordinairement suivi dans les ouvrages de ce genre. L'auteur a surtout cherché à faire un traité pratique contenant le plus possible de renseignements utiles et à exposer les parties théoriques avec la plus grande clarté. Nous pouvons dire que le but cherché a été pleinement atteint et que cet ouvrage sera consulté avec profit par tous les électriciens familiarisés avec la langue anglaise.

Il est divisé en deux parties distinctes, traitant respectivement des moteurs à courant continu et des moteurs à courant alternatif; il est précédé d'un chapitre d'introduction dans lequel l'auteur expose les mérites relatifs des moteurs à courant continu et des moteurs à courant alternatif en signalant aussi les avantages que présentent les convertisseurs.

Dans la première partie nous trouvons dix chapitres contenant toutes les données de construction des moteurs à courant continu, la description des divers types d'enroulement, l'étude des caractéristiques des moteurs, la manière d'établir les projets de construction et d'effectuer les essais, des descriptions de types de moteurs usuels, etc. Le dernier chapitre de cette première partie est consacré à l'étude des moteurs à courant continu à vitesse variable.

Les six chapitres constituant la seconde partie traitent des moteurs à courant alternatif. Après avoir fait

ressortir les avantages que présente l'emploi des moteurs polyphasés, M. Hobart décrit les différentes méthodes de démarrage, compare les moteurs à courant continu aux moteurs à courant alternatif pour signaler les avantages et les inconvénients qu'ils présentent suivant les applications à réaliser, donne ensuite tous les renseignements nécessaires à l'établissement d'un projet, décrit plusieurs types d'usage courant, etc. En appendice, se trouvent plusieurs tables d'usage courant entre autres celles donnant les diamètres, sections, poids, longueurs et résistances des fils de cuivre pour les différentes jauges avec leurs valeurs converties en unités du système métrique. Ces tables sont de la plus grande utilité, d'autant plus qu'elles sont systématiquement disposées et faciles à consulter.

CHRONIQUE

Un élément de pile à treuil avec électrode en magnésium.

M. le Dr A. Lohnstein de Berlin adresse à l'*Elektrotechnischer Anzeiger* une communication portant que l'on obtient un élément très pratique lorsque, dans la pile à treuil charbon-zinc-acide chromique, on remplace le zinc par une plaque de magnésium. Un élément ainsi formé, dans lequel on emploie, comme liquide excitateur, par exemple une solution de bichromate de potasse et d'acide chlorhydrique, présente une force électromotrice de 3 volts, laquelle demeure très constante au début et ne s'abaisse que lentement à 2,7 volts. Il convient de faire la concentration de l'acide plus faible que dans le cas où on emploie du zinc, car le magnésium est attaqué plus énergiquement que le zinc par les acides. La capacité d'un élément avec électrode de magnésium dépend de la quantité du liquide excitateur et de la concentration de l'acide; à ce point de vue, les conditions sont les mêmes que dans l'élément zinc-charbon-acide chromique. Avec un seul élément contenant 1/4 de litre du liquide excitateur (solution à 5 0/0 d'acide chlorhydrique et de bichromate de potasse), on peut alimenter une petite lampe à incandescence de 3 volts durant 50 minutes consécutives environ. L'élément signalé par M. Lohnstein serait particulièrement précieux en médecine; il pourrait en outre servir avantageusement à la charge de petits accumulateurs. — G.

Lampes à incandescence économiques.

On sait que le prix élevé de l'éclairage électrique tient surtout, à Paris, aux frais de *location des branchements et compteurs* et au *prix élevé du kilowatt-heure*. Le prix du matériel d'éclairage ne représentant qu'une partie infime des dépenses, les deux facteurs que nous avons signalés ci-dessus sont évidemment ceux qu'on doit s'efforcer de réduire pour arriver à répandre l'éclairage électrique et à le rendre plus populaire.

Nous ne savons pas encore quand disparaîtra la première cause empêchant le développement de l'éclairage électrique; il dépend beaucoup sans doute de la sagesse et du bon vouloir des Compagnies d'éclairage d'en hâter l'avènement.

En ce qui concerne maintenant le *prix élevé de l'énergie*, les Compagnies ont peut-être une moindre part de responsabilité, et l'initiative de l'abonné peut, dans une certaine mesure, réduire la consommation, et par conséquent la dépense. Il est certain que, dans beaucoup de cas, les besoins de l'éclairage sont variables pour un même foyer, suivant les moments de la journée, et les lampes peuvent être mises tour à tour en pleine intensité ou en veilleuse, ce que l'abonné ne manquerait pas de faire si le matériel actuel permettait de le réaliser facilement.

Les constructeurs américains ont, pour répondre à ce desideratum, étudié différents types de lampes à incandescence appropriés aux réseaux ordinaires, et pouvant donner, soit l'intensité normale de 8, 10 ou 16 bougies, soit une intensité égale au 1/3 ou au 1/5 de cette valeur, ou même moindre encore.

La première solution réalisée par ce qu'on appelle la lampe économique, est une lampe munie d'une douille à vis, suivant l'habitude aux États-Unis, mais qui pourrait aussi bien comporter la douille à baïonnette, d'usage général en France. Cette lampe comporte deux filaments, et dans la douille est renfermé un commutateur de forme simple commandé par deux fils dont le mouvement dans un sens met en circuit le filament de grande intensité et dont le mouvement dans l'autre met en circuit le second filament.

Dans les modèles actuellement exposés par les constructeurs à l'Exposition de Saint-Louis, la lampe de 16 bougies comporte un filament donnant 16 bougies et un filament donnant une bougie.

La lampe de 8 bougies comporte un filament donnant 8 bougies et un filament d'une demi-bougie, et les lampes sont construites pour des tensions variant de 50 à 240 volts. — ***.

Congrès électrotechnique russe à Saint Pétersbourg.

Voici quelques décisions importantes arrêtées par ce congrès à la réunion clôturant la session, le 5 janvier dernier.

A la suite de la proposition faite par M. A. I. Smirnoff, M. V. I. Kovalevski est choisi comme président titulaire.

M. V. I. Kovalevski donne ensuite lecture d'un télégramme du président du conseil de ministres, M. S. I. Vitté, qui est une réponse à la dépêche qui lui avait été envoyée, le 3 janvier, par les membres du congrès. Voici le texte de cette réponse : « Je vous remercie, Messieurs, de votre amabilité. Conformément à la volonté de S. M. l'Empereur, j'ai eu le bonheur de fonder trois institutions d'enseignement supérieur technique et économique. Me trouvant depuis ce temps éloigné de vous, je ne puis que vous adresser mes vœux sincères pour que ces institutions soient toujours à la hauteur de leur tâche. MM. les professeurs doivent chercher à faire avancer les sciences et les étudiants travailler pour devenir dans l'avenir des hommes capables et utiles à leur grande patrie.

« Serge Vitté. »

On procède ensuite à la lecture d'une communication de la Commission de révision des comptes; on voit, d'après ce document, qu'à partir du deuxième congrès inclusivement et jusqu'au 31 décembre 1904, les recettes ont atteint la somme de 17 038 roubles 37 kop.

A savoir, fonds du comité et du deuxième congrès, 6189 roubles 93 kop.; fonds provenant de l'exposition de Moscou, 6920 roubles 71 kop.

Reste du premier congrès et de l'exposition, 3927 roubles 73 kop. Pendant cette période, les dépenses étaient :

Frais du Comité.	903 r. 19 kop.
— du deuxième congrès. . . .	6 721 r. 78 »
Exposition de Moscou.	3 885 r. 12 »
Total.	11 510 r. 09 kop.

Il fut donc remis à la disposition du troisième congrès un capital de 5528 roubles 28 kop.

M. A. Chatelain donne lecture d'une communication du Comité pour l'organisation, à Saint-Pétersbourg, d'un congrès international des électriciens.

Tous les membres du congrès ont accepté en principe le projet de ce congrès, sans cependant fixer la date exacte, qui dépendra de certains engagements pris au congrès de Saint-Louis.

La question d'une exposition internationale, à l'occasion du futur congrès à Saint-Pétersbourg, a été confiée aux soins de la IVe section électrotechnique.

Le président met ensuite à l'ordre du jour la fixation de l'époque et du lieu pour la convocation du quatrième congrès des électrotechniciens russes.

Il a été décidé que ce congrès aurait lieu à Kief, à l'époque de Pâques, en 1906.

M. Skrchinski donne lecture d'une communication du troisième congrès, au sujet des applications de l'électricité dans les usines de constructions mécaniques.

Il a été décidé à l'unanimité de déférer à la demande du congrès et d'organiser, à l'occasion du quatrième congrès, une section spéciale consacrée aux applications de l'électricité au travail de métaux et aux constructions mécaniques.

M. P. E. Klasson donne lecture de la décision de la Commission au sujet d'un projet relatif aux conditions d'emploi et à la comparaison de la vapeur et de l'électricité dans les industries de pétrole de Bakou (Bakou).

Ayant en vue de contribuer au développement des applications de l'électricité dans les industries de pétrole, la Commission a décidé de faire des demandes en vue d'obtenir une solution de la question, soulevée par dix-sept congrès des industriels de Bakou, qui avaient proposé une réduction des impôts sur le pétrole, en faveur des propriétaires des puits, qui auraient utilisé chez eux l'énergie électrique.

La résolution ci-dessus a été acceptée à cause des avantages suivants :

1° La diminution du danger d'incendie;

2° Diminution de la quantité du pétrole consommé sur place et augmentation de ce produit sur le marché;

3° Augmentation de bénéfices des industries de pétrole, par suite de l'économie du combustible et de l'emplacement.

A la suite de la lecture par M. Ulman de son rapport sur les travaux de la Commission pour l'établissement de règles de vérification de compteurs électriques, les propositions de la Commission ont été *acceptées* par le congrès.

Suivent deux communications au sujet d'une commission spéciale pour la révision de règles générales des installations électriques.

Après délibération, il fut décidé de constituer un comité permanent pour l'établissement d'un règlement et faire des démarches pour hâter la publication et la confirmation officielles de ce règlement.

M. N. M. Sokolski communique les résultats des travaux de la Commission pour l'examen de conditions techniques que doivent remplir les conducteurs électriques.

La Commission a décidé d'accepter en entier les conditions techniques pour les conducteurs électriques, comme supplément de règlements concernant les installations électriques en général, sans cependant leur donner la valeur d'un règlement obligatoire. La Commission propose l'élimination du terme *câble* du vocabulaire de ces règlements.

Cette dernière proposition n'a pas été acceptée par le congrès.

M. V. I. Kovalevski donne lecture de la dépêche adressée au congrès par S. M. l'Empereur.

Après un court discours d'adieu, M. A. I. Smirnof annonce la fermeture du congrès. — O. D.

La traction électrique en Russie

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* apprend de Saint-Pétersbourg que la ligne Pétersbourg-Oranienbaum (environ 35 km) du réseau des chemins de fer de la Baltique va être dotée de la traction électrique avant la fin de l'année 1904. Cette innovation est suivie, par les cercles intéressés, avec d'autant plus d'attention qu'il doit s'agir d'un service mixte, électrique et à la vapeur, et que les résultats obtenus amèneront à décider s'il y a lieu d'introduire la traction électrique sur les grandes lignes russes et particulièrement sur celle de Pétersbourg à Moscou. — G.

Nouveaux charbons pour lampes à arc.

D'après une communication qui lui parvient de l'agence de brevets J Fischer, de Vienne, l'*Elektrotechniker* signale une invention anglaise destinée à supprimer un inconvénient que l'on éprouve fréquemment du chef des crayons ordinaires de charbon employés dans les lampes à arc, inconvénient qui consiste en ce que les crayons dont il s'agit brûlent inégalement et développent, par suite, une lumière imparfaite. Dans le système signalé, le charbon constitue seulement le noyau de l'électrode, et ce noyau est enveloppé de deux gaines. La gaine intérieure est formée de sels métalliques facilement fusibles et vaporisables ou encore d'un mélange de pareils sels et de charbon ou de graphite. Pour former la gaine extérieure, par contre, on emploie des oxydes métalliques ou une substance qui n'entre en fusion qu'à une haute température et qui est mauvaise conductrice de l'électricité. On obtient ainsi un double résultat : la gaine extérieure assure une combustion uniforme des crayons de charbon et, d'autre part, la gaine intérieure, en raison de la facilité avec laquelle elle dégage des vapeurs, donne à l'électrode une intensité lumineuse plus grande. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

Paris. — L. De Soye et Fils, Impr., 18, R. des Fossés S.-Jacques

* Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 715 10 Septembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

LA COMMANDE ÉLECTRIQUE

DANS LES ATELIERS DE TISSAGE

Les avantages que présente l'électricité en tant que moyen d'éclairage ainsi que l'emploi de l'électricité pour transmettre la force motrice sont incontestables et n'ont fait que progresser. C'est un fait que l'on peut constater également dans les tissages et autres industries similaires, où les avantages de la lumière électrique, qui sont surtout ses faibles risques d'incendie, sa facilité d'adaptation, sa grande propreté et son maniement simple et commode, l'ont rendue pour ainsi dire indispensable. La lampe à arc sert alors à l'éclairage général des locaux, la lampe à incandescence à celui des différentes machines en particulier.

L'introduction du métier mécanique à tisser et l'adaptation de la vapeur comme force motrice, eurent comme conséquence la concentration de la fabrication dans des usines, c'est-à-dire que le nombre de métiers disséminés chez les particuliers diminua et que l'on arriva à concentrer la fabrication dans les usines. C'est ce que l'on a pu observer surtout très nettement à Lyon et dans les environs, en ce qui concerne l'industrie de la soie. Lorsque le moteur électrique commença à être utilisé, il ne changea rien à cet état de choses. A la place de la

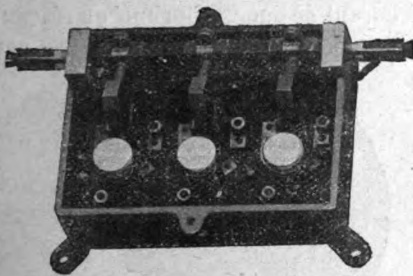


Fig. 2.

machine à vapeur qui, par l'intermédiaire de transmissions, actionnait les métiers par groupes, on disposa simplement un moteur électrique.

Puis, petit à petit, au fur et à mesure que le moteur électrique de faible puissance se perfectionnait davantage et s'adaptait mieux aux exigences de la machine qu'il était destiné à actionner, on songea à passer à la commande séparée. Le problème ne pouvait pas se résoudre avec un plein succès tant qu'il ne s'agissait que de moteurs à courant continu. Le collecteur d'un pareil moteur, en effet, composé d'une multitude de segments, est un organe très délicat, nécessitant des soins permanents et soumis à une usure constante, si bien que l'entretien dans de grandes usines, comprenant parfois plusieurs centaines de métiers, repré-

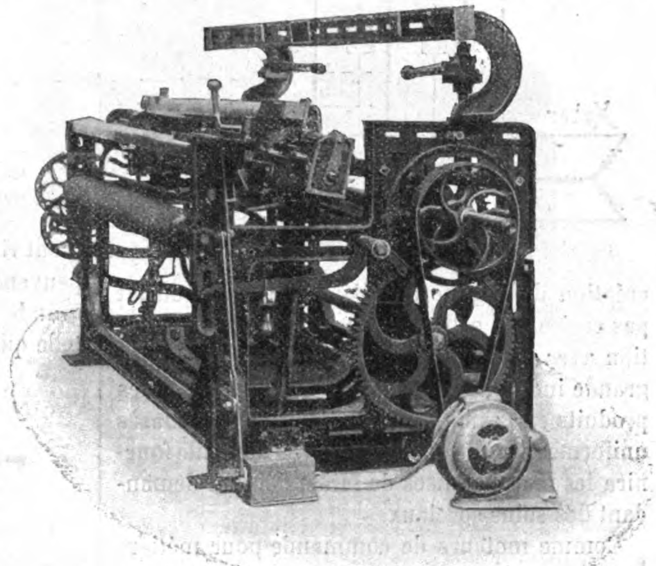


Fig. 1.

sente alors une somme disproportionnée de travail et d'argent.

Toute autre se posait la question du jour où le moteur polyphasé atteignait son degré de perfection actuel. Sa construction des plus simples ne nécessite pour ainsi dire aucun soin, il démarre à pleine charge facilement et sûrement et il est, en marche, beaucoup moins sensible aux variations de charge, que tout autre moteur. Rien ne s'opposait donc plus à l'extension de la commande par moteur séparé.

Ce qui est très curieux à constater, c'est l'influence économique, résultant de l'emploi du moteur polyphasé pour la commande des métiers à tisser. Cette influence en effet a opéré à son tour une *décentralisation* partielle, en permettant de conserver des métiers isolés chez les particuliers. L'électricité se distribue partout avec facilité et rien ne s'oppose à l'installation dans les ateliers familiaux de métiers mécaniques. Il n'existe plus les mêmes inconvénients

hygiéniques qu'avec les métiers à bras et l'effort corporel, bien moindre, permet à des personnes moins robustes d'exercer le métier de tisserand. D'ailleurs, toutes les considérations qui précèdent ont conduit des municipalités et certains milieux intéressés à favoriser le maintien ou la

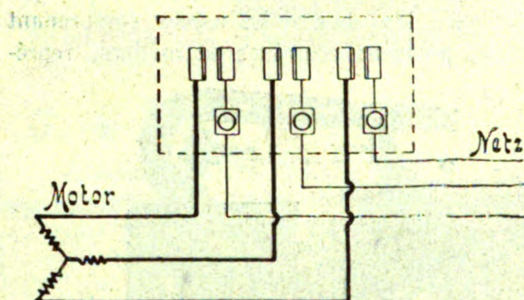


Fig. 3.

création du tissage à domicile. Il ne faudrait pas croire que cette tendance soit en contradiction avec le travail centralisé de l'usine. A la grande industrie est réservée la fabrication des produits en grandes quantités et sur des bases uniformes, tandis que l'industrie à domicile fournira les marchandises de faible débit et demandant des soins spéciaux.

Comme moteurs de commande pour métiers à tisser mécaniques, l'*Allgemeine Elektrizitæts-Gesellschaft* de Berlin, dont nous allons étudier quelques types récents, emploie des

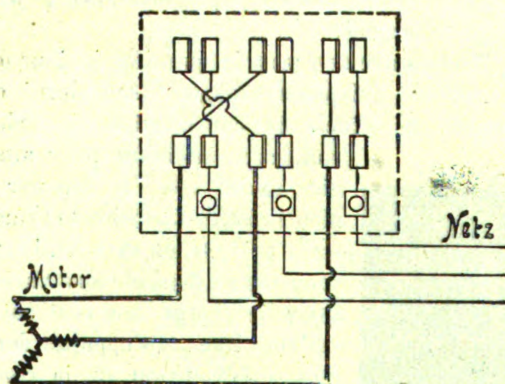


Fig. 4.

moteurs à courants triphasés, à induit en cage d'écureuil, d'une puissance de 0,2 à 0,5 ch. La carcasse polaire du moteur, qui reçoit les tôles et les enroulements, est en forme de cylindre complètement fermé; sur les côtés, les plaques de fermeture supportent en même temps les paliers. Ces plaques, en outre, sont munies d'ouvertures suffisantes pour assurer la ventilation du moteur et elles protègent aussi parfaitement l'induit et les enroulements contre toute détérioration mécanique.

L'induit de ces moteurs se compose d'un noyau de fer, sur la circonférence duquel sont encastrées des barres de cuivre. Sur les faces latérales, non seulement ces barres sont soudées à des anneaux en cuivre, mais on les a égale-

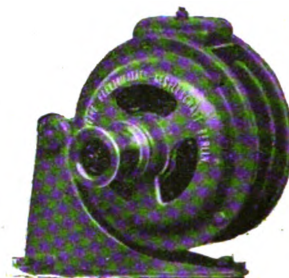


Fig. 5.

ment rivées, de sorte que les tiges de cuivre ne peuvent pas se séparer, même sous une très grande élévation de température de l'induit, telle qu'elle peut résulter d'une forte surcharge



Fig. 6.

du moteur. L'induit ne reçoit aucun courant et ne nécessite donc ni contacts glissants, ni balais. Le courant de ligne, emprunté au réseau, arrive aux enroulements de l'inducteur fixe par

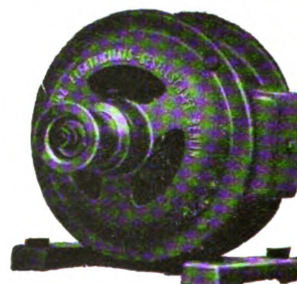


Fig. 7.

des bornes de prise de courant, disposées sur des planchettes en matière incombustible. Le graissage se fait par bagues, les coussinets sont en bronze phosphoreux dur, à surface bien polie et les arbres ont une section exactement circulaire, assurée à l'aide de machines de précision.

Ainsi que le montre la figure 1, l'interrupteur,

commandant la mise en ou hors circuit du moteur, est relié directement au dispositif de mise au repos du métier et les deux sont actionnés simultanément. L'interrupteur (fig. 2) renferme 3 contacts pour les 3 lignes du courant triphasé, ainsi que les coupe-circuit nécessaires; il est protégé par une enveloppe avec couvercle.

La figure 3 représente le schéma des connexions pour un moteur de métier à tisser à interrupteur simple. S'il est nécessaire d'avoir un changement dans le sens de rotation, on emploie, à la place du levier d'interruption, un commutateur avec 3 paires de contact, qu'on dispose suivant le sens de rotation (fig. 4).

Quant à la commande proprement dite, elle se fait, soit par courroie, soit par engrenage.

Pour la commande par courroie (fig. 1), le moteur est monté sur un support, dont la forme varie avec le mode d'emploi. Ainsi la figure 5 représente un support pour courroie verticale; il est en forme de cornière, autour du bras supérieur de laquelle le moteur peut osciller. Si on place ce support sur le sol, le poids du moteur agit en sens inverse de la courroie pour la maintenir tendue automatiquement. Mais comme ce poids serait trop considérable, on l'équilibre en partie par 2 ressorts, à tension réglable. Ce support peut tout aussi bien se fixer au plafond.

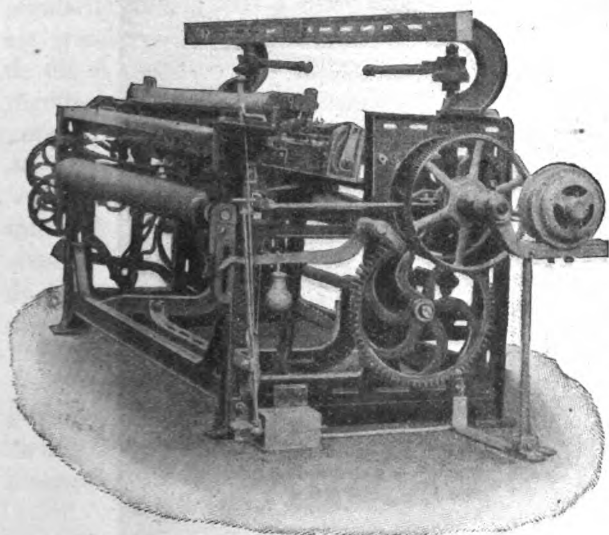


Fig. 9.

La figure 6 montre un support pour courroie horizontale.

Les moteurs peuvent également être pourvus de pieds (fig. 7), ce qui permet de les placer soit sur des glissières, soit directement sur une fondation. Les poulies de commande sont à rebords et leur largeur varie entre 50 et 60 mm.

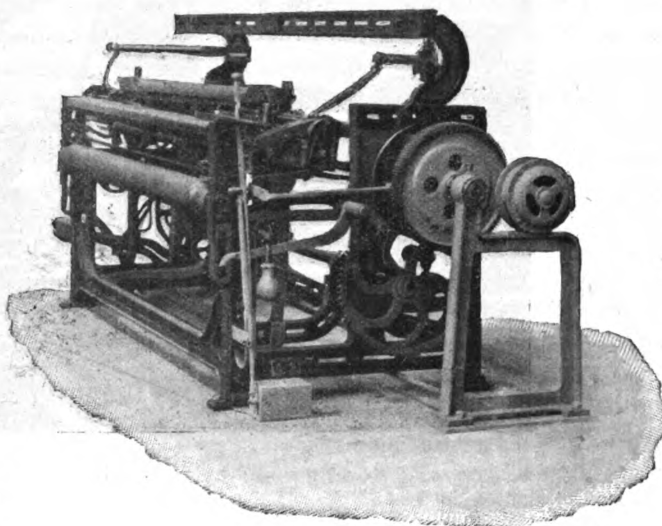


Fig. 8.

Si la commande se fait par engrenage, il faut prévoir un dispositif qui empêche, en cas d'arrêt brusque du métier, la rupture de dents, résultant du choc. Ce dispositif consiste en un embrayage, reliant la roue dentée à l'arbre du métier. Le levier de dégagement de l'embrayage est réuni de telle sorte avec le mécanisme d'arrêt et de frein, prévu sur tout métier, qu'en même temps que le frein entre en prise, l'embrayage se trouve débrayé. En outre, à ce même levier est relié en permanence l'interrupteur du moteur, de sorte que l'embrayage n'étant plus en prise, le moteur se trouve de ce fait hors circuit. Le métier à tisser s'arrête donc brusquement sous l'action du frein; le moteur et son train d'engrenage continuent à tourner sous l'action de la vitesse acquise, jusqu'à l'arrêt complet. Il n'y a donc pas de rupture possible.

L'embrayage lui-même se compose de deux cônes de friction que l'on met en prise. Tout coïncement est évité et l'on débraye toujours en toute certitude. L'un des cônes est garni de cuir, ce qui évite le graissage et empêche tout choc au moment d'embrayer. La moitié fixe de l'embrayage est venue de fonte avec la roue dentée.

Lorsqu'on emploie cet embrayage, le moteur n'est pas oscillant, mais on le déplace sur un

bâti-support (fig. 8), qui sert en même temps de palier à l'embrayage. La partie fixe de ce dernier tourne autour d'un manchon sur lequel se déplace la partie mobile. Ce manchon étant claveté sur l'arbre du métier, le support forme aussi le palier extérieur de cet arbre. Lorsque ce dernier est suffisamment fort pour ne pas faire craindre de flexion, on peut, en quelque sorte, placer le moteur en porte-à-faux. C'est ce qui est indiqué sur la figure 9. Dans ce cas, les petits déplacements sont sans influence sur la bonne prise des roues dentées.

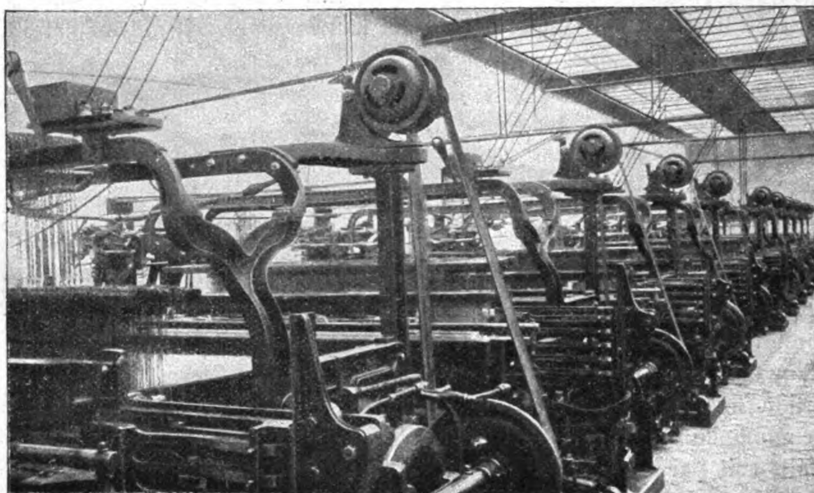


Fig. 10

Les figures 10 et 11 montrent des gros métiers pour tisser les étoffes d'ameublement, avec commande électrique, l'un par courroie, l'autre par engrenage.

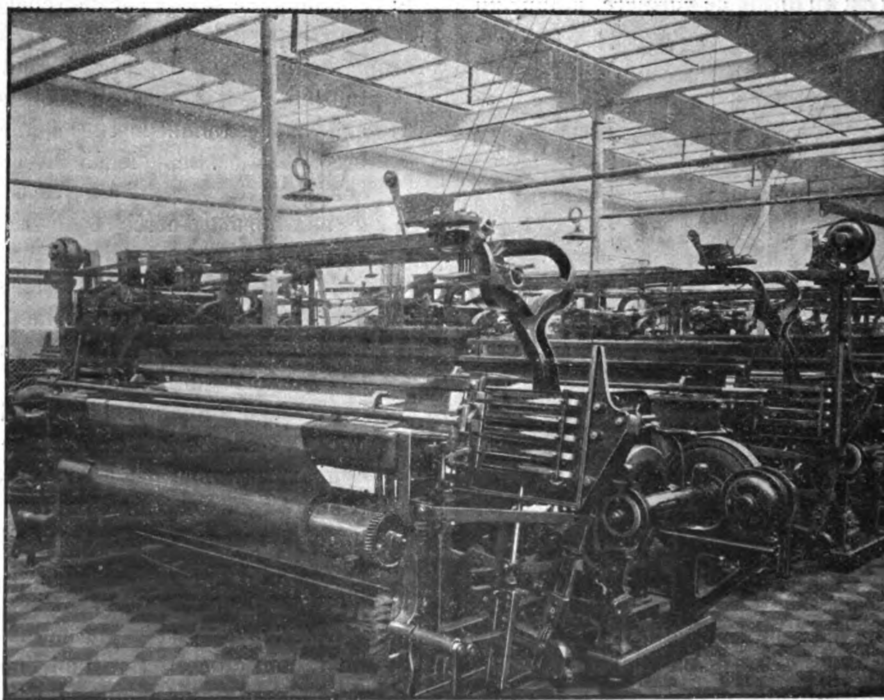


Fig. 11.

Nous terminerons en indiquant brièvement quels peuvent être les avantages de la com-

mande électrique séparée, dans le cas de métiers à tisser. Tout d'abord chaque métier devient complètement indépendant et il peut être mis en marche ou arrêté à volonté. Une fois au repos, il n'absorbe plus aucune énergie, ce qui n'est pas le cas avec des transmissions ordinaires, même lorsque tous les métiers sont arrêtés, car l'arbre principal de transmission reste néanmoins en rotation. C'est pourquoi, dans ce dernier cas, étant donnés les arrêts fréquents, les frais d'exploitation sont à peu près les mêmes, qu'il s'agisse d'une commande séparée ou non. Mais, si on substitue la commande séparée électrique, les frais d'exploitation deviennent moindres.

S'il s'agit d'installations nouvelles ou d'agrandissement d'installations déjà existantes, les frais de construction sont notablement diminués, de ce fait qu'on évite les lourdes colonnes et superstructures métalliques qu'entraîne inévitablement toute transmission ordinaire.

Dans un autre ordre d'idées, avec ces dernières, tout arrêt ou mise en marche d'un métier a pour conséquence une variation, bien que faible, dans la vitesse des autres métiers, actionnés par la même transmission et en mouvement à ce moment. Tandis qu'avec la commande séparée par moteurs à courants triphasés rien de tel ne se produit. Or, plus la régularité dans la marche d'un métier à tisser est grande, moins on a à craindre de rupture de fils et plus le produit final également est régulier. Ceci est d'une importance capitale, notamment pour les tissus de soie et les produits de luxe.

Nous ajouterons enfin que l'absence de transmissions augmente la clarté de l'atelier, évite les chances d'accident, que l'on n'a plus à craindre de taches d'huile, par suite de projections, et que la marchandise reste propre sur le métier.

Aussi doit-on prévoir que l'emploi de ces petits moteurs ne fera que se généraliser et s'étendra même de plus en plus à toute espèce de machines ne nécessitant qu'une faible force motrice.

Georges Isaac,
Ingénieur des arts et manufactures.

LE PALAIS DES MACHINES
A L'EXPOSITION DE SAINT-LOUIS

Les expositions universelles se succèdent à intervalles trop rapprochés, tant en Europe qu'en Amérique, pour pouvoir nécessairement toujours offrir des nouveautés sensationnelles à leurs visiteurs; la préoccupation principale des organisateurs est de faire toujours plus grand et d'atteindre une limite de gigantesque non encore réalisée. C'est ainsi qu'à Saint-Louis on ne parle que par centaines d'hectares pour représenter les surfaces couvertes par les palais de l'Exposition, et par centaines de millions de francs si l'on veut en évaluer les dépenses. Les machines génératrices qui distribuent dans les jardins et les bâtiments lumière et force motrice, ont dû forcément suivre le même mouvement, autant que faire se pouvait, et s'accroître en nombre et en puissance, afin de pouvoir remplir le rôle écrasant qui leur incombait.

Toutes ces machines ne sont pas encore complètement montées et, comme il arrive malheureusement dans ces expositions universelles, les trois premiers mois, à dater de l'ouverture, semblent toujours devoir être consacrés au déballage, au transport, à la mise en place, au montage et à l'assemblage de toutes les pièces diverses qui jonchent le sol et encombrent, en un chaotique désordre, tous les halls immenses des divers palais. A Saint-Louis, cette habitude a été scrupuleusement suivie, et les correspondants ou rédacteurs des revues techniques américaines et étrangères cherchent à concevoir un peu d'ordre dans cet inextricable amoncellement, afin d'en extraire les premiers renseignements. Suivons-les donc dans leur travail et notons tout d'abord, dans la salle des machines, les parties achevées, en service ou, du moins, prêtes à fonctionner.

Le palais des Machines, qui occupe un espace de 5 hectares, est construit à l'ouest du palais de l'Electricité, il mesure 300 m de longueur sur 160 m de profondeur et contient, dans la partie Est, le matériel générateur employé au service de l'Exposition, soit 16 000 kw distribués sous forme de courants triphasés à 6600 volts et à la fréquence 25. De plus, la Compagnie de Saint-Louis Union Light and Powers fournit au tableau 7500 kw supplémentaires, ce qui donne en chiffres ronds un total de 24 000 kw de courants triphasés à 6 000 volts. Enfin, diverses machines exposées distribuent 3000 kw de courant continu, dont 2400 à 550 volts et 600 à 250 volts. La salle des chaudières, bâtie dans le prolongement Ouest du palais des Machines, à 30 m de distance, est à peu près carrée, mesure 110 m de long sur 100 m de profondeur; elle comprend, pour le

service d'alimentation des groupes en service, huit batteries composées chacune de deux chaudières tubulaires Babcock et Wilcox de 400 ch. Le combustible, convoyé automatiquement, est distribué sur les grilles par des brûleurs mécaniques Roney. La tuyauterie de vapeur passe dans un conduit souterrain de 2,10 m × 2,40 m, et comprend deux tuyaux principaux, l'un de 0,45 m de diamètre et l'autre de 0,40 m.

Dans le palais des machines, en entrant par la porte qui se trouve en face de la salle des chaudières, sont installés les imposants groupes électrogènes Westinghouse et ceux de la Cie General Electric qui forment une sorte de station centrale. Ils sont au nombre de quatre représentant une puissance totale de 8000 kw; chacun des alternateurs est actionné par un moteur vertical Corliss-Westinghouse ayant une puissance maximum de 5244 ch, sous une pression de 10,5 kg.

Ces moteurs, qui mesurent 9,60 m de haut, occupent un espace de 10,50 sur 4,50 m; le volant a 7 m de diamètre. Les pistons mesurent respectivement 0,95 m et 1,90 m de diamètre avec 1,35 m de course. La consommation moyenne de vapeur est de 6,20 kg par cheval-heure. Les alternateurs sont d'une puissance moyenne de 2000 kw et admettent une surcharge de 50 0/0 pendant une heure, sans inconvénient; leur rendement est de 96 0/0 à pleine charge, de 95 0/0 à trois quarts de charge et de 93 0/0 à demi-charge. Chaque machine, y compris la plaque de fondation, pèse 888 tonnes; la partie tournante, qui présente 1,60 m de rayon, pèse 31,7 tonnes.

Les excitatrices sont au nombre de trois et forment des groupes distincts de 80 kw actionnés par des moteurs compound Westinghouse, dont les pistons mesurent 0,30 m et 0,50 m de diamètre avec 0,30 m de course; ces moteurs sont alimentés à l'aide d'une source de vapeur distincte et ont également des condenseurs indépendants.

Le tableau de distribution qui dessert cet ensemble se compose de 35 panneaux de marbre montés sur un cadre en acier avec supports incombustibles. Quatre de ces panneaux sont réservés aux alternateurs, trois aux excitatrices, deux aux feeders d'alimentation amenant le courant de la Compagnie Light and Power; les autres commandent les différents câbles de distribution. Tous les circuits sont protégés par des commutateurs électroautomatiques à huile.

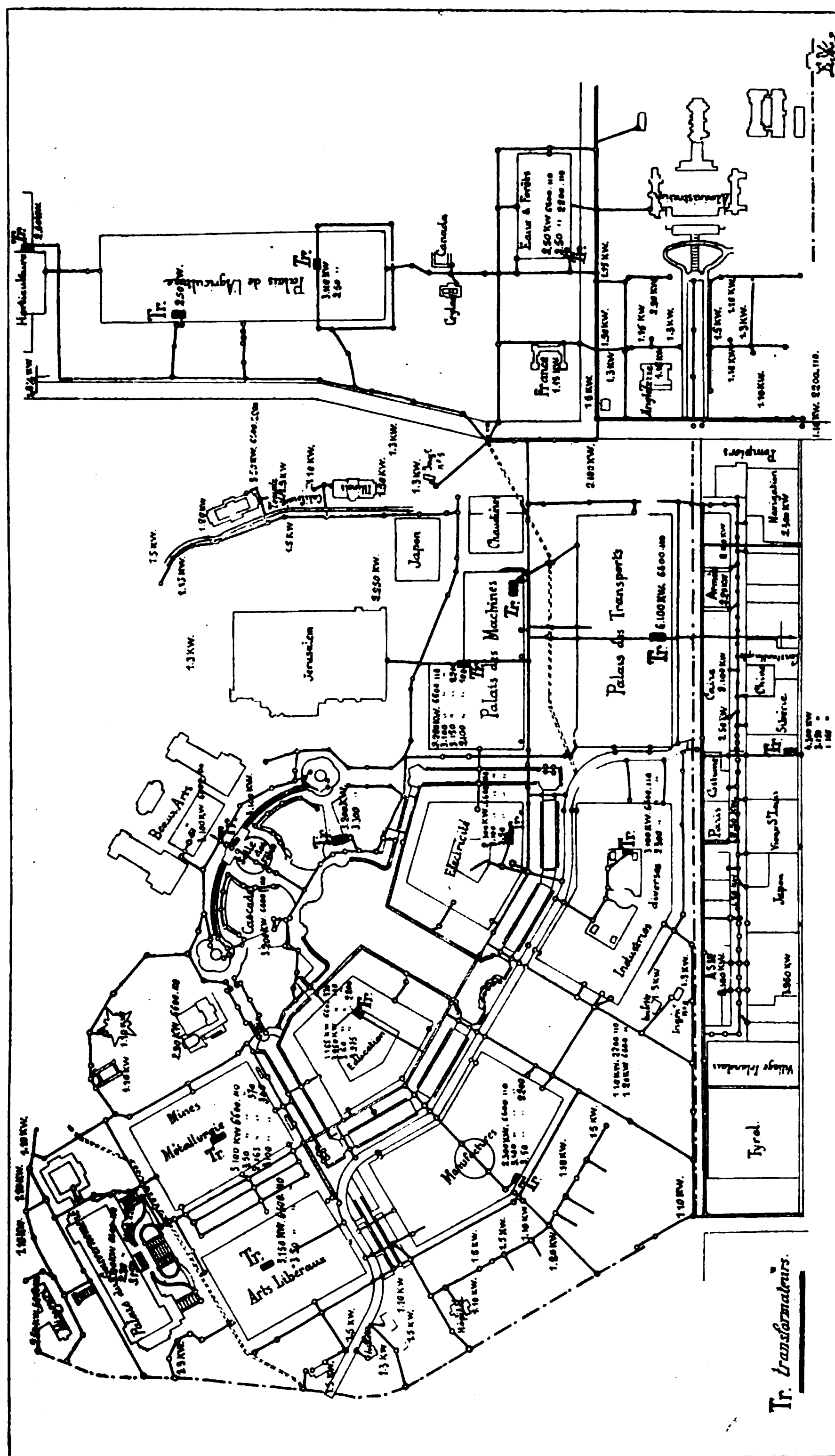
La construction de ces groupes a commencé, nous dit *Engineering*, en avril 1903 et l'un d'eux a été mis en service en décembre suivant. Tout l'ensemble est prêt à fonctionner depuis le 15 mai.

Parmi les nombreux groupes générateurs à turbines voisins, on peut citer la turbine verticale Curtis de 8000 ch construite par la Compagnie General Electric de Schenectady qui offre l'exemple frappant d'une grande puissance occupant un espace insignifiant, surtout si on prend pour point de comparaison le moteur vertical-horizontal Aliss Chalmen de 5000 ch qui se trouve presque à côté. La partie à haute pression de ce moteur comporte un cylindre horizontal de 1,10 m de diamètre, tandis que le cylindre à basse pression est vertical et mesure 2,35 m de diamètre; la vitesse angulaire est de 75 révolutions par minute. Il est accouplé directement à un alternateur triphasé de 3500 kw sous 6600 volts, fréquence 25, construit par la Compagnie Bulloch, de Milwaukee. Le rôle de ce puissant groupe électrogène, après transformation en courant continu à 110 volts, est d'alimenter 180 000 lampes qui éclairent les jardins.

On doit citer encore comme ayant ses installations terminées la Compagnie alsacienne de constructions mécaniques qui expose un moteur horizontal compound actionnant directement un alternateur triphasé d'une puissance maximum de 8000 kw sous 2300 volts. Le cylindre à haute pression mesure 0,60 m de diamètre et le cylindre à basse pression, 1,10 m avec une course de piston de 1,30 m; la vitesse angulaire est de 94 révolutions par minute. Un condenseur à surface est disposé en dessous et la circulation de l'eau de refroidissement s'effectue à l'aide d'une pompe centrifuge actionnée par un moteur à courants triphasés, sous 110 volts, la tension initiale ayant été réduite par un transformateur spécial.

A côté se trouve un moteur Willans de 1000 ch accouplé à une dynamo Stanley de la Compagnie Electric Manufacturing de Pittsfield Massachusetts, puis un groupe électrogène de 200 ch de la Compagnie Buffalo Forge et un troisième ensemble exposé par la Compagnie Skinner Engine de Erie, Pensylvanie avec dynamo Warren. C'est encore un moteur horizontal Corliss des ateliers de Murray Iron à Burlington Iowa, accouplé à une dynamo Crocker Wheeler; un moteur horizontal compound Fleming construit par les Harrisburg Foundry and Machine Work de Harrisburg accouplée à une dynamo à courant continu Crocker Wheeler de

400 kw. Les cylindres de ce moteur ont des proportions inaccoutumées, leur diamètre étant de 0,38 m pour le cylindre à haute pression et de 1,5 m pour celui à basse pression avec une course de 0,65 m. Un moteur semblable a donné aux essais une consommation de 5,7 kg par cheval-heure; mais les conditions étaient sans doute plus favorables que celles où ce



modèle se trouvera à l'exposition. Un autre moteur analogue est présenté par M. Greenwald de Cincinnati, les cylindres mesurent respectivement 0,44 m et 0,88 m de diamètre avec 1,05 m de course, il est accouplé à une dynamo Wood de 600 ch.

En achevant le tour du Palais des machines, on rencontre ensuite le stand de la Compagnie des moteurs à gaz Otto, mais recouvert de toile et non encore visible; puis celui de MM. Fairbanks, Morse et Cie et enfin ceux des ateliers Niles Tools d'Hamilton, Ohio, de MM. Blin et Cie, de Brooklyn, de la Ferracute Machine C°, de Bridgeton et de la Swaine C°, de Saint-Louis.

Tous ces groupes, toutes ces machines sont entièrement achevés et une grande partie fonctionne depuis quelque temps. Rassemblés en masse, bien nettement marqués parmi les amoncellements de pièces métalliques non montées, ils forment comme autant d'îlots au milieu d'une mer tourmentée.

C'est que le travail de montage de ces lourdes pièces a été rempli de difficultés à cause de la nature du sol très sablonneux et mouvant qui formait jadis l'ancien lit de la rivière. Non seulement pour les machines, mais pour la construction des édifices, des murs de fondation et des piliers, des travaux extraordinaires de tranchées et de soutènement ont dû être entrepris, et ont occasionné des pertes de temps irréparables.

La distribution de l'énergie produite dans la salle des machines s'effectue par l'intermédiaire de 18 sous-stations disposées dans les divers palais. Toutes les canalisations sont souterraines et les câbles de transmission sont élongés dans des conduites, dont la plus grande mesure 2, 13 de large. Les câbles téléphoniques, télégraphiques sont élongés dans les mêmes conduites; ils sont disposés dans des logements ou conduits supérieurs, tandis que les câbles de transmission occupent la partie inférieure.

Dans beaucoup de bâtiments, la distribution est limitée aux courants alternatifs et les sous-stations comportent simplement des transformateurs réducteurs et un tableau de commande. Dans d'autres Palais, au contraire, le courant continu est nécessaire, comme, par exemple, dans les Palais de l'Electricité, de l'Education, des Mines et de la Métallurgie; alors les sous-stations comprennent des convertisseurs rotatifs. Le Palais de l'Electricité ayant besoin de l'énergie sous forme de courant continu et de courants alternatifs, sous différentes tensions et fréquences variées, il en est résulté l'installation d'une sous-station très importante.

Le matériel comporte deux parties distinctes; d'abord quatre ensembles de transformateurs réducteurs d'une puissance variant de 75 à 250 kw et d'une capacité totale de 1575 kw; la deuxième partie comprend un convertisseur rotatif de 220 kw sous 550 volts et deux groupes moteur-générateur de 100 kw sous 125 volts, un pour chaque côté de la distribution à trois fils sous 110 et 220 volts qui dessert le palais. Un tableau de distribution pourvu des instruments de mesure comporte les panneaux nécessaires et est disposé dans la partie centrale de la sous-station. Les câbles à haute tension aboutissent directement des conduites souterraines aux transformateurs. Les courants transformés et convertis sont amenés dans la partie supérieure de la sous-station; les circuits d'éclairage pour l'extérieur sont commandés par des panneaux de distribution installés dans une cabine sur le toit. Pour l'éclairage intérieur, les câbles aboutissent à des boîtes de jonction d'où partent les différents circuits des stands.

La souplesse de distribution des courants alternatifs a permis de les fournir aux consommateurs, soit simples, diphasés ou triphasés, soit sous des tensions différentes variant de 104 à 6600 volts et avec l'une de ces trois fréquences : 25, 50 et 60 périodes, ce qui donne 14 combinaisons obtenues à l'aide de circuits primaires à 6600 volts.

En consultant le plan détaillé que nous empruntons à notre confrère de New-York, *American Electrician*, nos lecteurs se rendront un compte exact de tout ce réseau de distribution, à travers les palais de l'Exposition, ainsi que de la position des sous-stations et de leur capacité.

Georges Dary.

INSTALLATION

DES STATIONS CENTRALES

D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(*Suite*) (1).

Principes servant de base à l'établissement d'un projet de station génératrice. — Les deux principales conditions à réaliser dans l'établissement d'un projet de ce genre sont d'abord d'éviter toute interruption de fonctionnement et puis de chercher à

(1) Voir l'*Electricien*, n° 714, 3 septembre 1904. p. 146.

produire l'énergie électrique le plus économiquement possible.

En ce qui concerne la production économique, la question peut être séparée en deux parties : les frais d'exploitation et les charges financières du capital de premier établissement.

Jusqu'à ces derniers temps, les ingénieurs civils, les ingénieurs mécaniciens et les ingénieurs électriciens se trouvaient satisfaits si les travaux dont ils avaient la direction étaient bien exécutés et ils n'accordaient qu'une très minime attention aux charges financières et aux dépenses d'exploitation. La nécessité de diminuer autant que possible les dépenses d'exploitation est parfaitement reconnue aujourd'hui, à tel point que cette considération prime toutes les autres, même celle d'éviter les interruptions de fonctionnement, ce qui constituerait un pas en arrière en ce qui concerne ce dernier point. On admet maintenant qu'il est indispensable que tout projet de station génératrice doit prévoir un bon matériel, d'un fonctionnement sûr et cela avec le minimum de dépenses possible.

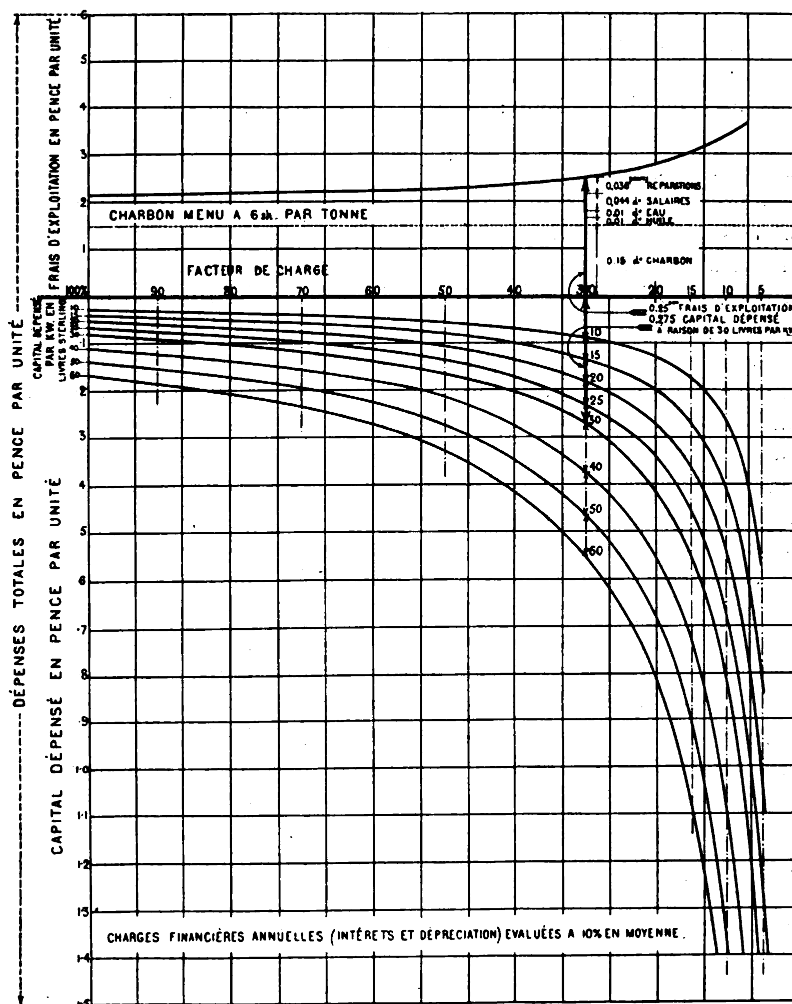


Fig. 1. — Courbes montrant l'importance du capital de premier établissement et des frais d'exploitation pour différents facteurs de charge.

Pas un ingénieur ne se permettrait actuellement de ne pas tenir compte de la diminution des charges financières, ce qui, au point de vue commercial, est équivalent à la diminution des dépenses annuelles d'exploitation. L'importance qu'il y a à ramener les charges financières au minimum possible, spécialement lorsqu'il s'agit d'une station génératrice, peut être parfaitement appréciée par un examen attentif des conditions énumérées ci-dessus. On ne peut pas considérer comme exagéré de compter une dépense de 10 0/0 par an pour l'amortissement, tout en admettant que l'on puisse dépenser une somme plus considérable qu'il ne serait absolument nécessaire dans une partie de l'installation de la station génératrice, en vue de réaliser des économies dans les frais d'exploitation. En émettant cet avis, on vise spécialement l'éventualité d'une modification dans la production de force motrice et dans le mode d'exploitation de la station génératrice, ainsi qu'un déplacement de cette station. L'importance relative des charges financières et des frais d'exploitation est mise en évidence, pour diverses valeurs du facteur de charge, des charges financières et des frais d'exploitation, par les courbes respectives que donne la figure 1. Il résulte de l'examen de ces courbes qu'une réduction de 25 francs par kilowatt dans les dépenses de premier établissement a plus d'influence sur les frais d'exploitation qu'une économie de 6 0/0 sur la dépense

de charbon, en comptant le prix de ce dernier à 7,50 fr la tonne. Ces indications s'appliquent à un facteur de charge de 30 0/0; il est évident que pour un facteur de charge plus faible, la question de diminution du capital de premier établissement l'emporte de beaucoup sur celle de l'économie dans les dépenses d'exploitation.

Il y a quelques principes généraux qui méritent d'être discutés, chacun d'eux se rapportant spécialement à la nécessité d'éviter les interruptions de marche et à la production économique de l'énergie. Ce sont :

1° La simplification de l'installation,

2° La subdivision de l'installation et des machines,

3° Les dispositifs permettant une économie de main-d'œuvre,

4° Les prévisions pour de futures extensions.

1° *Simplification de l'installation.* — En dehors de la question économique, la simplification de l'installation est à recommander et, d'une manière générale, on peut dire que l'on ne doit admettre aucune complication destinée à faciliter la réparation des dérangements, ces complications ne servant qu'à augmenter les risques d'accident.

Les ingénieurs des premières stations génératrices qui furent exploitées n'attachaient aucune importance à la question de simplification, quoique cette question soit parfaitement rationnelle; comme ils ne disposaient que d'un matériel sur le fonctionnement régulier duquel ils ne pouvaient compter, leur plus grande préoccupation consistait à le réparer le plus rapidement possible plutôt qu'à éviter les dérangements. En réalité, leur manière de procéder était inévitable; ils apportaient toute leur attention plutôt à diminuer l'effet nuisible des dérangements, qu'à réduire le nombre d'appareils pouvant donner lieu à ces dérangements. Ce mode d'opérer, qui était justifié aux débuts de l'industrie électrique, a, dans de nombreux cas, été poussé beaucoup trop loin. Dans quelques stations, les auteurs des projets se sont efforcé de réaliser toutes les combinaisons possibles de pompes et de chaudières, de chaudières et de moteurs mécaniques, de génératrices et d'excitatrices, etc., ce qui était exagéré.

Il y a environ dix ans que M. Ferranti applique réellement les principes de simplification, plus particulièrement en ce qui concerne la partie électrique de la station; ainsi, par exemple, son tableau de distribution pour courant alternatif simple ne comporte aucune complication; il est encore actuellement celui qui présente la disposition la plus simple et la plus rationnelle.

Dans le projet d'installation de la partie mécanique d'une station, on peut arriver à simplifier maintenant les dispositions qui étaient jadis appliquées. Ainsi, par exemple, il a été un temps où l'on croyait indispensable d'établir une conduite principale de vapeur bouclée, mais on a rapidement reconnu que ce mode de procéder donnait lieu à de très nombreuses objections et beaucoup d'ingénieurs sont revenus à l'adoption d'une conduite de vapeur principale en ligne droite alimentée par toutes les chaudières et à laquelle chaque moteur vient prendre la quantité de vapeur qui lui est nécessaire. Les cas d'explosion d'une conduite de vapeur sont heureusement assez rares, mais la rupture d'un tuyau de vapeur ou d'une valve, lorsqu'elle se produit à pleine charge et vers le milieu de la conduite, entraîne l'arrêt de toute l'usine, que la conduite principale soit détériorée ou non.

2° *Subdivision de l'installation et des machines.* — Le seul moyen d'éviter un arrêt complet du fonctionnement de la station, dû à la rupture d'un tuyau de vapeur, est de former plusieurs groupes de chaudières, chacun de ces groupes ayant une canalisation spéciale (1). Actuellement, on admet que dans une grande station centrale, il est indispensable de répartir les machines et appareils, depuis la chaudière jusqu'au tableau de distribution, en groupes d'unités complètement indépendants les uns des autres. Il est évident que ce mode d'opérer s'impose si l'on veut éviter toute interruption dans la fourniture du courant, condition indispensable et qui n'est pas incompatible avec une production économique de l'énergie.

En ce qui concerne la continuité de distribution d'énergie, la répartition en plusieurs groupes des machines et appareils permet de l'assurer. Si un accident se produit dans un quelconque des groupes aux canalisations d'eau ou de vapeur, on peut assurer l'alimentation à l'aide des canalisations d'un autre groupe, si on a eu le soin de les placer toutes dans un même caniveau; si un appareil auxiliaire est mis hors de service, on le remplace par un autre; si un commutateur ne fonctionne plus, on le remplace par plusieurs câbles servant à

(1) Lorsque la puissance de la station est comparativement faible et qu'il y aurait avantage à établir des dérivations le long de la conduite principale, on doit placer des valves d'arrêt à chaque extrémité des conduites.

établir les différentes connexions et que l'on fixe, suivant les cas, sur un panneau, sur une cloison ou dans un caniveau.

3° *Dispositifs permettant une économie de main-d'œuvre.* — Il convient parfois de ne pas accorder trop d'attention à la question d'économie à cause de la difficulté que l'on éprouve pour faire faire un travail et surtout un travail intelligent, à un prix raisonnable. Il devient chaque jour de plus en plus difficile d'obtenir un travail convenablement fait, non parce que les offres diminuent, mais parce que les demandes augmentent beaucoup plus que les offres. Cette question est soulevée ici parce que les auteurs ont trouvé difficile de justifier l'emploi d'un grand nombre d'appareils automatiques en présence de la manière dont on calcule actuellement les économies possibles en ce qui concerne les charges financières et les dépenses d'exploitation.

Soit, par exemple, le dispositif mécanique de chauffe des chaudières à vapeur : il est douteux qu'en tenant compte du prix d'achat, des frais de réparation et aussi de son fonctionnement, il soit pratiquement avantageux de l'utiliser, excepté dans le cas où l'on éprouve des difficultés à faire effectuer ce travail manuellement. Il est certain que, dans la plupart des cas où des chargeurs automatiques sont utilisés, le prix de la main-d'œuvre économisée est dépassé par les dépenses d'amortissement du prix d'achat, par l'usure du matériel et par les répations. On peut citer un cas dans lequel l'intérêt du capital et les frais de réparation dépassent de 200 à 300 0/0 le prix de la main-d'œuvre ordinaire; cette dépense est donc loin d'être justifiée.

Avant d'engager des dépenses pour l'achat d'appareils automatiques, il est prudent d'examiner soigneusement, pour chaque cas particulier, les avantages et les inconvénients au point de vue économique. D'une part, il faut faire entrer en ligne de compte les charges financières que l'on peut évaluer au minimum à 15 0/0 du capital dépensé, ainsi que les frais de réparation qui doivent être évalués soigneusement. D'autre part, il faut estimer l'économie de main-d'œuvre qui peut être réalisée. La dépense qu'entraîne l'achat de l'appareil automatique sera justifiée si elle est exactement balancée par l'économie de main-d'œuvre; dans le cas contraire, il est préférable de conserver la main-d'œuvre à moins qu'il n'y ait des difficultés particulières pour effectuer le travail manuellement.

A ce propos, il convient de faire remarquer que l'emploi de dispositifs automatiques peut aussi bien augmenter que réduire les chances d'interruption de fonctionnement. En effet, on aura moins de chances d'interruption si le dispositif automatique est d'un fonctionnement plus sûr que la manœuvre à la main; au contraire, les chances d'interruption deviendront plus grandes si, en l'absence de toute surveillance, il vient à se produire un dérangement dans la machine, surtout si elle est compliquée.

4° *Prévisions pour de futures extensions.* — Fréquemment, dans les projets de station génératrice pour traction électrique, les ingénieurs considèrent comme suffisant d'installer seulement les machines nécessaires pour le service et de disposer l'usine pour que l'on puisse ultérieurement y placer un nombre déterminé de groupes électrogènes de même puissance que les premiers. Dans les stations qui doivent fournir de l'énergie électrique pour différentes applications, cette prévision serait insuffisante. Non seulement on n'est pas fixé sur les quantités d'énergie électrique que l'on pourra avoir ultérieurement à distribuer, mais il est difficile de prévoir quel sera le type d'installation qu'il sera le plus avantageux de réaliser dans un avenir plus ou moins éloigné.

Par exemple, le bâtiment d'une station a été construit pour recevoir six moteurs à vapeur à mouvement alternatif et l'on veut l'approprier pour installer trois ou plusieurs turbines à vapeur; dans ce cas particulier, la difficulté consistera à déterminer l'emplacement des chaudières, de manière à ne pas donner aux conduites de vapeur une longueur exagérée. C'est un problème difficile à résoudre, parce qu'il ne s'agit pas seulement d'étudier l'installation des turbines, si elles n'ont pas été employées dès l'origine, mais il faut encore faire un choix parmi les divers types, savoir s'il convient d'employer des turbines verticales ou horizontales et, de plus, tenir compte de l'éventualité possible de les remplacer ultérieurement par des moteurs à gaz.

Si les stations génératrices alimentant d'énergie de gros consommateurs ont pu s'installer avec un capital faisant ressortir le coût par kilowatt à un prix peu élevé, il n'en est pas de même actuellement. Il n'est pas d'industrie où les dépenses en capitaux augmentent aussi rapidement que dans une station génératrice et ce qui empêche toute diminution graduelle des dépenses par unité, lorsqu'il est nécessaire

d'augmenter les moyens de production, est l'obligation de modifier l'usine existante et d'effectuer des remaniements pour augmenter sa puissance.

Il est possible, lors de l'établissement du projet de construction d'une station centrale, d'éviter d'installer des cheminées, des carneaux, des bureaux ou des murs trop soigneusement et solidement construits en des points où, par suite de futures extensions, ils pourraient entraver l'agrandissement d'une chaufferie ou d'une salle de machines, alors même que cette éventualité ne se produirait pas. Dans ces conditions, il est nécessaire, lors de l'établissement du projet d'installation générale, d'examiner soigneusement, avant de fixer d'une manière définitive l'emplacement d'une machine ou d'un appareil, les dimensions d'une conduite ou d'un caniveau, si les dispositions adoptées ne constitueront pas pour l'avenir, soit un empêchement d'extension future, soit un inconvénient dû à cette extension éventuelle.

Ayant ainsi exposé les principes généraux qu'il convient de suivre dans l'établissement d'un projet de station centrale, on va maintenant examiner les conséquences qui en résultent en ce qui concerne leur application à un projet de station génératrice distribuant l'énergie électrique par courants triphasés à une tension de 5000 volts et au dessus. Dans cette étude, on insistera fréquemment sur certaines parties du projet dont les ingénieurs doivent particulièrement assumer la responsabilité; cette manière d'envisager la question est la plus rationnelle, puisque l'ingénieur est tout désigné par sa compétence pour choisir les machines et appareils qu'il convient d'employer et pour déterminer les détails d'exécution.

MERZ et MC. LELLAN.

(*A suivre.*)

REMARQUES

SUR LA

DISSOLUTION ÉLECTROLYTIQUE DU PLATINE

DANS L'ACIDE CHLORHYDRIQUE

L'emploi des anodes en platine dans l'électrolyse ayant fait dans ces derniers temps l'objet de diverses publications, je demanderai la permission de rappeler quelques expériences que j'ai faites à cet égard, sur l'attaque des anodes en platine par l'acide chlorhydrique à différents degrés de concentration.

J'ai observé, en effet, que si l'acide chlorhydrique est à son maximum de concentration, le platine est attaqué par le chlore et se comporte dès lors comme une anode soluble. Si, au contraire, l'acide est dilué, il y a aussi dégagement de produits chlorés, mais le platine n'est plus attaqué.

L'électrolyseur employé dans ces expériences est constitué par un tube en U dans les branches duquel plongent deux électrodes en platine chimiquement pur.

Le courant électrique est fourni par deux éléments Daniell réunis en tension.

Voici les résultats obtenus :

Acide chlorhydrique concentré (D = 1,180). — Dès qu'on ferme le circuit, il se produit de l'hydrogène sur la cathode, mais on n'observe aucun dégagement gazeux sur l'anode; au bout d'une heure cependant, il commence à se former sur cette électrode quelques bulles gazeuses. Après vingt heures, la décomposition continuait toujours avec dégagement d'hydrogène à la cathode et production de composés oxygénés du chlore à l'anode. Le liquide du tube en U, évaporé au bain-marie, puis calciné dans une atmosphère d'hydrogène, a laissé un résidu de platine parfaitement pur.

En employant toujours deux éléments Daniell, les résultats obtenus en électrolysant différents mélanges d'acide chlorhydrique et d'eau furent toujours les mêmes que précédemment. On observe une action limite avec le mélange à 10 0/0 d'acide chlorhydrique concentré

(D = 1,180)

et d'eau et, en effet, la quantité de platine dissoute est tout à fait minime.

ACIDE CHLORHYDRIQUE DILUÉ

Acide chlorhydrique à 1,180. .	5 cm³
Eau distillée.	100 cm³

Dès qu'on ferme le circuit, on voit se dégager du gaz seulement sur l'électrode négative. Au bout de quelque temps, le liquide de la branche positive du voltamètre est faiblement jaunâtre, et décolore fortement un papier de tournesol que l'on y plonge. On laissa passer le courant pendant 100 heures, puis on soumit le liquide à l'analyse, qui ne décela pas la moindre trace de platine. En opérant sur des solutions d'acide chlorhydrique de plus en plus diluées, jusqu'à 1 0/0 de solution chlorhydrique, les résultats obtenus furent toujours les mêmes, ce qui

prouve que, quelle que soit la dilution de l'acide, il se dégage constamment des oxydes du chlore, accompagnés peut-être de quelques traces de chlore libre provenant d'une action secondaire.

Pour être certain que dans l'électrolyse de l'acide chlorhydrique il se produise réellement des composés oxygénés du chlore, j'ai précipité le liquide du tube en U par un léger excès d'azotate d'argent, puis j'ai filtré et ajouté du zinc et de l'acide sulfurique.

Après quelques heures, la liqueur a été filtrée et additionnée d'azotate d'argent qui a donné lieu à la formation d'un précipité de chlorure d'argent. Cette réaction rend certaine la présence des oxydes du chlore, et parmi eux l'existence probable de l'acide hypochlorique. Il paraît douteux qu'il puisse se former de l'acide hypochloreux, car celui-ci aussitôt produit se détruirait, en présence de l'acide chlorhydrique, en eau et en chlore.

D. TOMMASI.

INTERRUPTEUR A HAUTE TENSION DICK-KERR

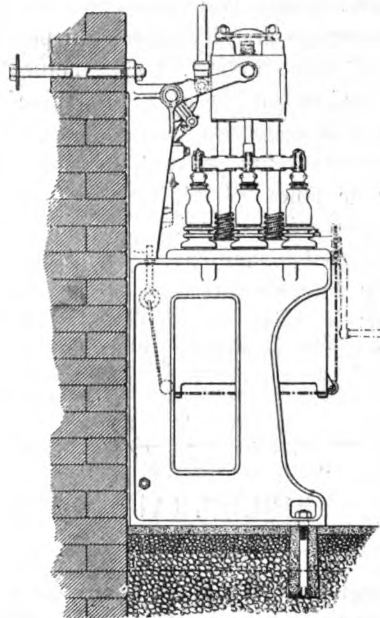
MM. Dick-Kerr et Cº ont récemment créé un nouveau type d'interrupteur pour haute tension à rupture dans l'huile dont nous empruntons la description à notre confrère l'*Electrician.*

Les câbles amenant le courant à l'interrupteur sont fixés à des tiges verticales qui portent à leur autre extrémité les mâchoires de l'appareil. Ces tiges, qui ne sont pas mobiles, par conséquent, peuvent ainsi être fortement isolées; à cet effet, elles sont enveloppées de mica et supportées par des isolateurs en porcelaine fixés eux-mêmes solidement sur des plaques de fonte à nervures formant couvercle des boîtes à huile et elles pénètrent à travers le couvercle à l'intérieur des boîtes à huile de façon que les machines soient bien abritées.

Les lames de l'interrupteur qui, en entrant dans les mâchoires, doivent fermer le circuit sont montées également à l'intérieur des boîtes de la façon suivante : ces lames sont fixées sur un fort isolateur en porcelaine, lequel est supporté par une tige d'acier coudée. Cette tige coudée est reliée à une articulation et de là à des tiges de guidage qui soutiennent une masse pesante. Ce dispositif a pour but de permettre, à l'aide d'un levier, la commande des lames de l'interrupteur et d'obtenir la rupture brusque comme nous le verrons tout à l'heure.

Les boîtes à huile qui contiennent et protègent les deux extrémités des interrupteurs sont en fonte doublées de matière isolante ; elles sont munies intérieurement de séparations incombustibles en marbre, ardoise ou autres matières convenables qui sont destinées à isoler les différents interrupteurs qui peuvent être montés dans la même boîte.

Le couvercle en fonte à nervures dont nous avons parlé tout à l'heure ferme hermétiquement ces boîtes; on évite ainsi l'introduction des poussières conductrices. En outre, un tube de verre fixé sur un des côtés de la boîte permet



Interrupteur à haute tension Dick-Kerr.

à chaque instant de contrôler le niveau de l'huile à l'intérieur.

Lorsque la boîte est fermée, les portions non isolées des interrupteurs sont donc complètement hors d'atteinte, et l'appareil peut être manœuvré sans aucun danger.

Enfin, les boîtes à huile qui sont mobiles entre les ferrures du support de l'interrupteur peuvent être facilement visitées et nettoyées; il suffit, en effet, pour cela, de dévisser les boulons du couvercle et de descendre ces boîtes à l'aide d'une manivelle.

La manœuvre des lames de l'interrupteur qui, comme nous l'avons vu, constituent la portion mobile de l'appareil, s'effectue au moyen d'une série de leviers reliés à la manette du tableau de distribution.

Pour fermer l'interrupteur, la manette placée sur le tableau doit être abaissée jusqu'à ce qu'elle soit en prise avec un bouton à ressort.

Ce mouvement soulève le contrepoids et les lames de l'interrupteur avec les différentes pièces intermédiaires et fait par suite pénétrer ces lames dans les mâchoires fixes montées à l'extrémité inférieure des tiges verticales qui traversent le couvercle de la boîte à huile. On ouvre l'interrupteur en tirant sur le bouton à ressort et en soulevant la manette du tableau; le contrepoids dégagé par cette manœuvre produit la rupture brusque.

La rupture peut être également obtenue, s'il est nécessaire, à l'aide d'un solénoïde dont l'armature, lorsque l'on ferme un circuit local, attire énergiquement les pièces qui portent les lames de l'interrupteur. La fermeture de ce circuit local se fait par un bouton placé sur le tableau de la manette.

Ces interrupteurs peuvent être faits avec le nombre de pôles désiré. Les petits appareils sont manœuvrés à la main comme nous venons de le voir. La manœuvre par moteurs est employée pour les interrupteurs de grande dimension; la mise en marche et l'arrêt des moteurs sont commandés par un relais.

A. Bainville.

BIBLIOGRAPHIE

De la législation française sur les brevets d'invention, par Ch. Thirion, ingénieur des arts et manufactures, et J. Bonnet, docteur en droit, ingénieur des arts et manufactures, tous deux conseils en matière de propriété industrielle.

Un volume grand in-8°, prix : 3 fr. 50. (Société de publications concernant la propriété industrielle, Belin et Cie, 56, rue des Francs-Bourgeois. Paris (IIIe).

Ce livre est un traité à la fois théorique et pratique de la législation française sur les brevets d'invention dans son état actuel.

Heureusement servis par leur double qualité de docteur en droit et d'ingénieurs et par l'expérience acquise dans la profession qu'ils exercent, les auteurs, dans une langue claire, sous une forme condensée, et sans renoncer à être aussi complets que les traités plus étendus, exposent, en la commentant, la loi qui régit la matière. Des exemples nombreux, puisés dans l'abondante jurisprudence accumulée depuis soixante ans et choisis soigneusement parmi les plus topiques, les plus simples et les plus faciles à saisir, viennent corroborer et préciser, en les rendant aisément intelligibles, les formules abstraites des textes.

Cet ouvrage peut être lu avec fruit par les juristes qui veulent s'initier à une branche du droit toujours négligée dans l'enseignement de notre Université. Mais il sera surtout indispensable aux inventeurs, aux industriels et aux commerçants qui ont besoin de connaître les conditions de la protection légale des inventions et qui abordent cette étude sans une préparation juridique.

Sans doute la lecture de ce livre ne peut suppléer qu'imparfaitement aux avis que les intéressés doivent nécessairement demander à des spécialistes éclairés pour la sûre conduite de leurs affaires; ils trouveront du moins, dans le volume qui leur est présenté, des éléments d'appréciation suffisants pour prendre en connaissance de cause les déterminations qu'ils jugeront convenables, et des arguments assez sérieux pour fortifier leur conviction dans les conjonctures douteuses.

-oo-

Les motocyclettes, leur mécanisme, leur emploi raisonné, leurs réparations, par L. Baudry de Saunier, rédacteur en chef de *la Vie Automobile*, avec la collaboration de A. Gatoux.

Un volume in-8° de 264 pages avec 113 figures. Prix cartonné : 6 fr. (Veuve Ch. Dunod, éditeur. Paris).

Ecrit dans le style aimable, avec la précision et la clarté que M. Baudry de Saunier apporte dans tous ses livres, augmenté de la documentation vécue du praticien A. Gatoux, ce manuel de la motocyclette conviendra à tous ceux qui utilisent cet agréable genre de sport et aux personnes plus nombreuses encore qui aspirent à la possession de ce rapide engin, maintenant si répandu. Ils y trouveront, en effet, toutes les indications utiles à la connaissance, au maniement, à l'entretien et à la réparation des différents appareils que comprend une motocyclette. De nombreuses illustrations, très soignées, complètent heureusement le texte de ce joli volume.

-oo-

Die Verwertung des Koksofengases, insbesondere seine Verwendung zum Gasmotorenbetriebe (*L'utilisation des gaz des hauts-fourneaux, avec étude spéciale de leur emploi pour alimenter les moteurs à gaz*), par Baum, conseiller-assesseur des mines.

Un volume in-8° de IV-124 pages avec 90 figures et 5 planches. Prix cartonné : 4 marks. (Berlin, Julius Springer, éditeur, 1904.)

C'est surtout en Allemagne que l'ingénieur-électricien a su obtenir des résultats appréciables dans l'utilisation des gaz des hauts-fourneaux pour alimenter des moteurs à gaz : on trouve une preuve du fait dans le chiffre élevé des exportations allemandes relatif à ces moteurs spéciaux. Il s'agit d'une branche toute particulière de l'industrie qui n'est encore qu'à ses débuts et qui promet de prendre, lorsque toutes les difficultés auront été surmontées, un développement considérable. M. Baum semble avoir été le premier à consacrer tout un livre à cette question spéciale. Il a divisé son étude en six grandes parties portant les titres ci-après : I. Observations générales sur l'utilisation des gaz des hauts-fourneaux; — II. Composition et valeur calorifique de ces gaz; — III. Leur épuration; — IV. Leurs mouvements et réglage de leur pression; — V. Dispositifs de refroidissement et d'épuration; — VI. Moteurs. Cette dernière partie, aussi étendue à elle seule que les cinq premières, donne d'abord un historique du moteur à gaz; elle

étudie ensuite les moteurs dont les mouvements sont à quatre et à deux temps, puis le moteur à un seul temps de Vogt; enfin les deux derniers chapitres de la même partie exposent le mode de fonctionnement des moteurs à gaz et le parti que l'on peut tirer de ces appareils.

CHRONIQUE

La corrosion électrolytique par les eaux de la mer.

MM. Milton et W. Larke ont fait des expériences en vue de déterminer l'action galvanique exercée sur le cuivre, le fer, le bronze, etc. Ces métaux sont en contact avec l'eau de mer; dans d'autres expériences ils ont trouvé que des courants ont exercé une action corrosive sur le cuivre et ses alliages immergés dans l'eau de mer et que la valeur de cette corrosion est plus grande, avec le même courant, dans ceux qui contenaient une plus grande proportion de cuivre. Avec un courant de 0,001 ampère agissant sur une zone de 40 cm² de métal anti-réduit (deux parties de zinc et trois de cuivre) on produit un effet qui détruit presque entièrement la teneur de zinc, mais le même courant agissant sur 60 cm² de bronze ordinaire, produit une corrosion uniforme, le cuivre et le zinc de l'alliage étant dissous. Les résultats des recherches de MM. Milton et Larke peuvent se résumer comme il suit : il semblerait que la destruction et la corrosion proviennent d'une action chimique seulement ou d'actions chimique et électrolytique combinées. Il est probable que les piqûres et la corrosion intense locale sont souvent dues à la désagrégation locale des impuretés du métal ; mais elle peut être due dans certains cas à des irrégularités locales dans la distribution des courants galvaniques. Le pourcentage de plomb et de fer doit être aussi faible que possible dans le cas de tous les métaux qui sont destinés à être en contact avec l'eau de mer. Les expériences réalisées montrent que l'action électrolytique seule, même s'il s'agit de très faibles intensités, doit entrer en jeu dès que l'on constate des corrosions accentuées. On doit tout faire, par conséquent, pour prévenir cette action en conservant tous les câbles électriques soigneusement isolés. Lorsque l'action galvanique est inévitable par suite de la proximité de différents métaux soumis au même électrolyte, les courants qui en résultent doivent être neutralisés par l'interposition de plaques de zinc dans le circuit. Cette question a été traitée récemment avec détail par MM. Milton et Larke devant l'Institution des Ingénieurs civils de Londres. — A. H. B.

L'éclairage électrique des voitures des chemins de fer anglais.

L'*Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger* rapporte que la lumière électrique trouve, pour l'éclairage des wagons, un emploi de plus en plus étendu sur les divers chemins de fer anglais. C'est le système Stone qui rencontre le plus de faveur. Chaque voiture porte son équipement complet, et la dynamo, actionnée par l'essieu, est construite et montée de manière que la tension demeure toujours constante, lorsque le train a atteint une certaine allure (48 km à l'heure). Cette tension ne s'accroît pas avec une vitesse supérieure. Les avantages de la lumière électrique, par rapport à l'éclairage au gaz, consistent surtout, comme on le sait, en l'absence de risques d'incendie au cas d'une collision de trains, alors que la présence de récipients à gaz entraîne presque toujours des explosions. Durant le mois de juin dernier, la Compagnie du chemin de fer « London and South Western » a installé le système Stone sur environ 650 de ses voitures. — G.

Le transformateur Stern pour canalisations domestiques.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* signale un nouveau transformateur, construit et mis en vente par l'usine électrique de M. Gustave Stern, d'Essen-sur-Ruh. Ce transformateur permet d'utiliser, pour actionner des appareils électriques et des sonneries installées à l'intérieur d'un immeuble, le courant alternatif ou triphasé fourni, sous une tension de 70 à 250 volts, par une usine centrale. Le courant transformé prend une intensité de 1 ampère sous 8 volts. Un transformateur de ce genre, à la condition que les manipulations et le montage soient effectués convenablement, a une durée presque illimitée. Le courant de marche à vide, d'après les indications du constructeur, est de 3 0/0 seulement. Avec ce transformateur, l'on évite l'emploi d'éléments primaires à liquide libre ou immobilisé qui sont parfois défectueux en cas d'entretien insuffisant. D'un autre côté, sans parler des avantages qu'il comporte au point de vue du fonctionnement, et cela bien qu'il n'exige pas la moindre surveillance, le transformateur Stern permet de réaliser une économie importante, par rapport aux éléments primaires usuels. Il peut donc être employé utilement dans les hôtels, les hôpitaux et autres établissements reliés à une usine centrale qui fournit du courant alternatif ou du courant triphasé. — G.

Le problème de la traction électrique sur les chemins de fer à trafic normal.

A propos de la traction électrique sur les chemins de fer à trafic normal, l'*Elettricista* se livre à d'intéressantes considérations qui peuvent se résumer comme il suit :

D'après la *Revue italienne*, le service électrique ne peut devenir rémunérateur qu'à la condition d'être complètement substitué au service à vapeur, et non pas quand on limite l'emploi de l'électricité au transport des voyageurs. En réalité, le mouvement des marchandises est le plus productif et il est indispensable de l'assurer au moyen de l'électricité, si l'on veut obtenir des résultats pécuniaires véritablement satisfaisants. Les avantages du régime électrique, en ce qui concerne l'élévation de la force de traction à égalité de poids des trains et au point de vue de l'accroissement de la vitesse, sont identiques pour l'acheminement des marchandises et pour celui des voyageurs. D'autre part, les essais jusqu'ici réalisés montrent que le service électrique comporte une supériorité économique sensible particulièrement dans le cas d'un trafic intense, car alors les recettes deviennent plus fortes et permettent un amortissement correspondant du capital affecté à l'outillage spécial. On peut dire, d'une manière générale, que la traction électrique offre des avantages sur les chemins de fer ci-après :

1. Les lignes pour l'exploitation desquelles on dispose d'une chute d'eau ou de plusieurs;

2. Les lignes situées dans le voisinage des mines de charbon, où l'on peut utiliser les déchets de charbon et le combustible de qualité inférieure;

3. Les lignes à fortes rampes sur lesquelles on peut récupérer, à la descente, l'énergie précédemment consommée;

4. Les lignes à trafic intense;

6. Les lignes comportant de longs on de nombreux tunnels;

6. Les lignes sur lesquelles l'augmentation du trafic exigerait, avec le régime à vapeur, la pose d'une seconde voie et dont le rendement se trouve augmenté par l'introduction du service électrique. — G.

Economies dans la production de l'énergie électrique.

Tout ingénieur de station centrale se trouve en face de l'éternel problème, comment produire aux barres-omnibus de la station une unité d'énergie électrique avec une consommation minimum de charbon. Dans certains cas, le total du charbon consommé représente 50 0/0 des frais totaux et cela semble être, à vrai dire, la seule dépense qui puisse être réellement réduite, car la limite économique des autres a été atteinte. Certaines réductions peuvent encore s'obtenir dans le cas seulement où l'on accroît la production. Il semble que les stations ayant la plus grande production et le plus haut facteur de charge accusent les meilleurs résultats quant au charbon. M. R.-S. Downe, l'ingénieur en chef de la station d'électricité de Southport, qui a dernièrement présenté un travail sur cette question devant l'Association municipale d'électricité, est d'avis que les différents moyens qui existent et les différents cas dans lesquels on peut diminuer la consommation de charbon sont : l'influence de la production et le facteur de charge; l'adoption d'un système perfectionné de chauffe; les brûleurs mécaniques et le tirage forcé; l'analyse des combustibles, l'analyse des gaz de combustion, un matériel auxiliaire; chauffage et purification de l'eau de condensation, suppression des pertes par radiation. Chacune de ces parties est étudiée par M. Downe. Les conclusions principales sont les suivantes. Une combustion parfaite du combustible ne peut être obtenue dans aucune chaudière, mais il doit être possible d'élever considérablement le rendement thermique que l'on est habitué à avoir. Les deux choses essentielles sont : une température initiale la plus haute possible, car la transmission de la chaleur entre l'eau et les gaz chauds est directement proportionnelle à leur différence de température; une haute température dans la chambre de combustion de manière que les gaz volatils ne se refroidissent pas avant que la combustion ait lieu.

Retirer du charbon bitumineux le plus haut rendement possible est une chose très difficile. M. Downe a effectué un grand nombre d'essais au point de vue de la combustion, de l'évaporation avec différents foyers Lancashire et l'évaporation par livre de charbon (0,453 k) variait de 6,6 à 7,17 livres. — A.-H. B

Nouvelles locomotives électriques pour le chemin de fer de la Valteline.

En rapportant que la maison Ganz et Cie vient de livrer, pour le chemin de fer de la Valteline, trois nouvelles locomotives électriques, la *Zeitschrift für Elektrotechnik* donne à leur sujet les détails ci-après : Ces locomotives ont chacune trois essieux moteurs et, à leurs deux extrémités, un essieu de roulement. Chacun des essieux de roulement est relié à l'essieu moteur le plus proche de manière à former un châssis mobile. Le tourillon d'un des châssis mobiles est fixé solidement au châssis supérieur; celui de l'autre châssis mobile peut se déplacer latéralement. Entre chaque couple de deux essieux moteurs sont suspendus les deux doubles moteurs qui agissent, au moyen de barres d'attelage, sur l'essieu moteur central; à partir de ce dernier, d'autres barres d'attelage actionnent les deux autres essieux moteurs. Chaque locomotive, prête à fonctionner, pèse 62 tonnes et a une longueur totale, entre tampons, de 11,54 m. L'écartement des roues est de 9,5 m. Les deux moteurs sont doubles, c'est-à-dire qu'ils se composent d'un moteur à haute tension et d'un autre à basse tension réunis, sur le même arbre, dans une carcasse commune. Les vitesses maxima de marche sont de 64 et de 32 km, selon que le moteur à haute tension se trouve seul en circuit ou que le moteur à basse tension est monté en cascade avec lui. La puissance de traction normale, à la vitesse de 64 km à l'heure, est de 3500 kg; à la vitesse de 32 km à l'heure, elle est de 6000 kg. Les moteurs de chaque locomotive sont toutefois assez résistants pour fournir une force de traction double, soit 7000 kg à une allure de 64 km à l'heure et 12 000 kg à une allure de 32 km. Chaque locomotive développe une puissance maximum d'environ 1600 chevaux effectifs. Ces locomotives sont alimentées avec du courant triphasé sous 3000 volts à la fréquence de 15 périodes par seconde. — G.

La télégraphie sans fil en Roumanie.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* nous apprend qu'une société française a proposé au gouvernement roumain de construire, à Constanza, une station de télégraphie sans fil, particulièrement destinée à correspondre avec les navires qui assurent un service de navigation entre ce port et Constantinople. Le gouvernement de Bucharest a accepté le projet qui lui a été soumis aux conditions suivantes :

La Société s'engageait, au cours de la construction et dès le début de la mise en service, à initier des agents de l'Administration télégraphique roumaine à tous les détails scientifiques des installations et de leur fonctionnement. Dans les trois mois après achèvement du poste radiotélégraphique de Constanza, ce dernier deviendrait la propriété de l'entreprise de navigation, laquelle verserait, en retour, à la société, une part des recettes télégraphiques réalisées. Les taxes appliquées ne dépasseraient point celles présentement en vigueur en Roumanie. — G.

Le système Pupin en Italie.

Nous lisons dans l'*Elettricista* de Rome que le ministre des Postes et des Télégraphes a l'intention de modifier le projet de construction du circuit téléphonique Naples-Rome-Turin et qu'il présente, à cet effet, à la Chambre, un projet de loi portant ouverture d'un crédit de 1 300 000 lira, afin de pouvoir expérimenter sur ce circuit le système Pupin. — K.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 716 17 Septembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

« L'ÉLECTROMÉTRIE USUELLE »

MANUFACTURE D'APPAREILS DE MESURES ÉLECTRIQUES



Ancienne Maison L. DESRUELLES

GRAINDORGE successeur

Ci-devant 22, rue Laugier,

Actuellement 81, boulevard Voltaire (XI[e]) PARIS

Téléphone 922-53

VOLTMÈTRES & AMPÈREMÈTRES

industriels et apériodiques sans aimant.

TYPES SPÉCIAUX DE POCHE POUR AUTOMOBILES

ENVOI FRANCO DES TARIFS SUR DEMANDE

Comprenez-vous

l'importance
de la suspension magnétique
des parties rotatives
d'un Compteur?

EXACTITUDE PERMANENTE,
SUPPRESSION COMPLÈTE DES FROTTEMENTS,
PLUS DE RUBIS USÉS A REMPLACER,
PLUS DE VISITES PÉRIODIQUES,
PLUS DE RETOUCHES PÉRIODIQUES.

Chacun de nos compteurs est garanti pendant trois ans.

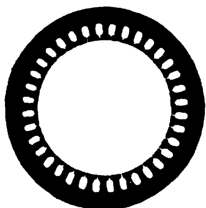
Écrivez pour recevoir des renseignements détaillés dans deux brochures explicatives, ainsi que le rapport du LABORATOIRE CENTRAL D'ÉLECTRICITÉ, 14, rue de Staël, PARIS, sur le compteur STANLEY.

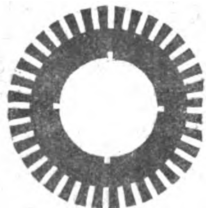
Stanley Instrument C[o]

GREAT BARRINGTON, Mass. (U. S. A.)

Succursale pour l'Europe :

23, BOULEVARD DES ITALIENS, 23
PARIS





E. KRIEG & P. ZIVY

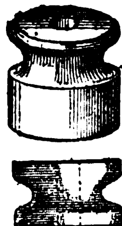
7, RUE BARBÈS, 7. MONTROUGE (SEINE)

(TÉLÉPHONE : 714-96)

Tôles découpées pour induits de Dynamos et enveloppes de Rhéostats.

ISOLANTS PORCELAINE





POUR TOUTES
APPLICATIONS ÉLECTRIQUES

**Éclairage, Télégraphie, Téléphonie
Interrupteurs
Commutateurs, Coupe-Circuits**

BOUGIES
POUR
Moteurs à gaz

J. CHAUFFIER

MANUFACTURE DE PORCELAINES
A ESTERNAY (Marne)

**Dépôt : Manufacture Parisienne d'Appareillage Électrique
14, rue Commines, PARIS, 3[e].**

MANUFACTURE D'APPAREILS ÉLECTRIQUES

SPÉCIALITÉ POUR L'ÉCLAIRAGE

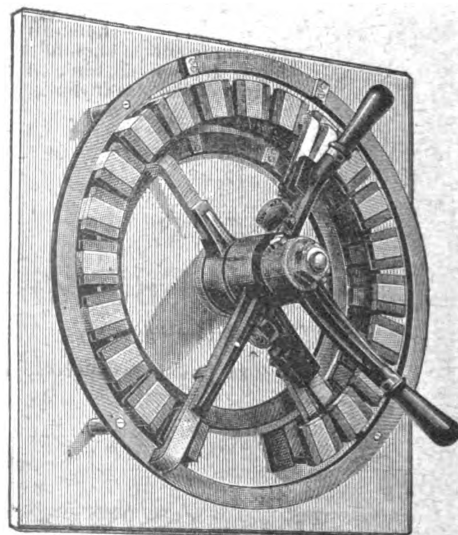
J. A. GENTEUR

77, rue Charlot et 14, rue de Normandie

TÉLÉPHONE : 100.31 — **PARIS** — TÉLÉPHONE : Paris-Province.

SPÉCIALITÉ DE TABLEAUX DE DISTRIBUTION

APPAREILS POUR HAUTE TENSION



Réducteur double pour charge et décharge d'accumulateurs, avec plots morts et résistance intercalée.

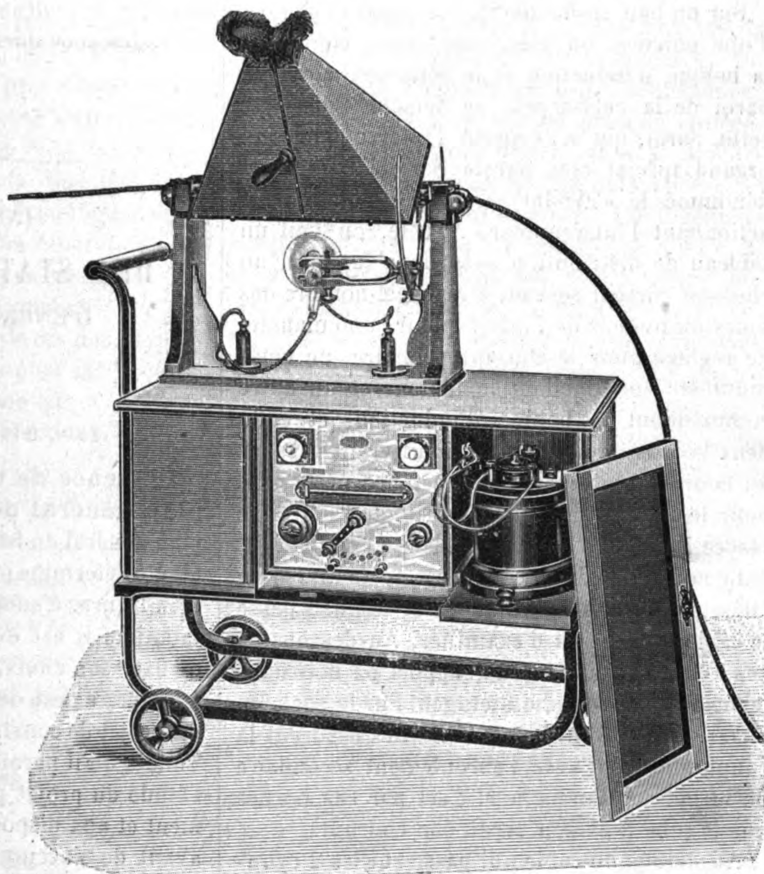
Envoi franco du catalogue sur demande affranchie.

EMPLOI DES RAYONS RŒNTGEN

DANS LA FABRICATION DES CABLES SOUS-MARINS

Les rayons Rœntgen ont trouvé d'abord leur utilisation la plus importante et la plus heureuse dans la pratique médicale. Sur ce terrain, leur emploi a donné de grandes et nouvelles facilités pour établir le diagnostic; ils rendent, en outre, de précieux services comme moyen curatif pour le traitement des formes les plus graves des affections de la peau. Mais le parti que l'on peut tirer de ces rayons semble devoir s'étendre au-delà des limites du domaine de la médecine. En effet, on a trouvé aujourd'hui le moyen de les faire servir encore aux besoins de la technique, car ils permettent également de vérifier le centrage des conducteurs dans les âmes de câble sous-marin et de relever facilement la présence de corps étrangers dans l'enveloppe isolante des câbles électriques.

La figure ci-dessous représente un appareil Rœntgen destiné à servir de moyen de contrôle dans la fabrication des câbles. Cet appareil sort des ateliers de la Société électrique *Sanitas*, de Berlin, à laquelle on doit déjà de précieuses innovations en matière d'emploi des rayons Rœntgen.



Appareil spécial pour l'examen des câbles sous-marins à l'aide des rayons Rœntgen.

Cet appareil permet de contrôler le bon état du câble et de relever, en cours de fabrication, la présence des corps étrangers, des impuretés ou des bulles d'air qui ont pu se glisser dans le diélectrique. Au moyen de cet appareil, l'on peut à tout moment constater sans peine la présence des défauts qui maintes fois compromettent gravement l'isolation des câbles sous-fluviaux ou sous-marins.

Il est inutile d'insister sur les économies importantes de temps et d'argent qu'une pareille détermination des points mal isolés, effectuée au moment opportun, offre pour l'exploitation rationnelle et rémunératrice de nos grandes lignes sous-marines. Trop souvent, il arrive aujourd'hui qu'au lendemain de l'immersion d'un câble, l'une des couches de gutta-percha enveloppant les différentes âmes laisse apparaître, en un point situé à une grande distance dans les profondeurs de l'Océan, un défaut d'isolement qui met toute la ligne absolument hors d'usage. Pour faire disparaître un pareil défaut avec les ressources dont on disposait jusqu'ici, on en était réduit à relever toute la ligne, section par section, du fond de la mer et à la soumettre à un rigoureux examen. Or, une pareille opération entraîne des frais considérables qui, dans plus d'un cas, auraient été évités, si le point défectueux avait pu être localisé et réparé au moment de la fabrication.

L'appareil que nous avons mentionné plus haut permet de vérifier, avant la mise en service d'un câble, si chacune des âmes placées sous gutta est parfaitement centrée, ainsi que de supprimer immédiatement, au cours de la construction, toutes les parties défectueuses. Il a déjà donné des résultats pratiques au plus

haut point satisfaisants : aussi est-il devenu, pour le constructeur, un instrument éminemment précieux qui permet de contrôler à tout moment l'état d'un câble en cours de fabrication, de manière à rendre impossible tout mécompte ultérieur que l'on pourrait avoir à redouter du chef de l'isolement.

Le dispositif adopté par la Société Sanitas est le suivant :

Sur un bâti en fer monté sur roues et pourvu d'une poignée, on place une caisse contenant la bobine d'induction et le condensateur. Une paroi de la caisse peut se détacher; derrière cette paroi, on a disposé l'interrupteur (un organe spécial créé par la Société Sanitas et dénommé le « Vodal »), ainsi qu'un moteur actionnant l'interrupteur. A côté, on voit un tableau de distribution avec deux fusibles, un rhéostat curseur servant à régler le nombre des tours du moteur de l'interrupteur, une manette de réglage pour le courant primaire, un commutateur commandant le moteur et un autre commandant la bobine d'induction, et enfin deux bornes de communication livrant passage au courant principal. La résistance nécessaire pour le réglage du courant primaire se trouve placée à l'arrière du tableau de distribution.

Le couvercle de la caisse est surmonté d'un châssis contenant 2 cylindres sur lesquels passe le câble qu'il s'agit d'examiner. Au-dessous de ces cylindres on voit un support en bois dans lequel est fixé le tube Rœntgen. Sur le socle du châssis se trouvent les deux bornes assurant la communication avec l'enroulement secondaire de la bobine d'induction; c'est par ces bornes que le tube Rœntgen reçoit son courant.

Au-dessus du câble qui passe sur les 2 cylindres est placé l'écran lumineux, inséré dans un cryptoscope et mobile autour d'un axe horizontal, ce qui permet de l'amener dans la position voulue pour l'observation.

Pour faire fonctionner l'appareil, on amène le câble à examiner au-dessous de l'écran et alors la lumière du tube fait refléter, sur l'écran, l'image du câble permettant ainsi de découvrir toute anomalie et toute impureté existante dans la couche isolante ainsi que tout défaut de centrage du conducteur.

L'examen peut s'effectuer sans qu'il soit nécessaire de recourir à des précautions spéciales, notamment sans qu'on ait à obscurcir l'espace dans lequel passe le câble, car le cryptoscope renfermant l'écran écarte de l'œil de l'observateur tous les rayons lumineux susceptibles d'entraver le contrôle.

On obtient ainsi, comme on le voit, des observations éminemment exactes et sûres, permettant de ne laisser aucun point défectueux passer inaperçu. Sa mobilité et sa forme compacte augmentent encore la valeur de l'appareil.

Le raccordement au conducteur du courant principal s'opère au moyen d'une fiche de contact et d'une prise de courant. On peut encore prendre le courant à la douille d'une lampe à incandescence quelconque.

W. Otto,
Ingénieur à Berlin.

INSTALLATION
DES STATIONS CENTRALES
D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(*Suite*) (1).

I. — TYPE D'INSTALLATION GÉNÉRATRICE

Influence du type d'installation sur le plan général de la station. — Bien que le plan général du bâtiment principal de la station ait été déterminé pour permettre, en cas d'extension future, d'adopter n'importe quel type d'installation, il est évident qu'il est indispensable de fixer son choix, en ce qui concerne le type à adopter, avant de procéder à l'étude détaillée du projet de construction de l'usine génératrice. Tandis qu'il paraîtrait rationnel de commencer l'étude du projet par la partie relative au bâtiment et aux dispositions générales à lui donner avant de s'occuper du mode de production de la force motrice, les auteurs, dans ce mémoire, ont procédé d'une manière différente, en examinant, tout d'abord, les avantages et les inconvénients que présentent les différents modes de production de la force motrice et ils estiment que c'est ainsi que l'on devrait procéder dans l'établissement de tout projet de station génératrice.

On va examiner successivement la production de la force motrice à l'aide de moteurs à vapeur à mouvement alternatif à faible et à grande vitesse, de turbines à vapeur et de moteurs à gaz.

Moteurs à vapeur. — On a fréquemment établi des comparaisons entre les moteurs à vitesse lente et à grande vitesse et fait ressortir

(1) Voir l'*Electricien*, n° 714, 3 septembre 1904, p. 146 et n° 715, 10 septembre 1904, p. 168.

complètement les avantages respectifs de ces deux types de moteurs. Il n'est donc pas utile de discuter ici de nouveau cette question. Toutefois, avant de comparer les avantages que présentent, d'une part, les moteurs à vapeur à faible ou à grande vitesse, considérés ensemble et, d'autre part, les turbines à vapeur, il est utile de rappeler brièvement les principales propriétés caractéristiques de chacune des deux catégories de moteurs à mouvement alternatif.

A puissance égale, un moteur à grande vitesse est évidemment d'un prix moins élevé qu'un moteur à vitesse lente; en outre, il est moins encombrant. D'un autre côté, les partisans des moteurs à vitesse lente objectent que les moteurs à grande vitesse nécessitent beaucoup plus de dépenses pour les réparations et l'entretien et ne fonctionnent pas aussi économiquement. Ce n'est qu'en Angleterre que la discussion des mérites relatifs de ces deux types de moteurs a été soulevée ; pas plus sur le continent qu'aux Etats-Unis, le moteur à grande vitesse n'a été l'objet de perfectionnements, tandis qu'en Angleterre les progrès réalisés dans la construction de ce type de moteur sont des plus considérables comparés à ceux des autres industries (1).

Turbines à vapeur. — Les turbines à vapeur attirent de plus en plus l'attention des ingénieurs (2). Leur emploi a été adopté dans les nouvelles stations centrales les plus importantes d'Angleterre, du Continent et des États-Unis. Toutefois, les avis sont partagés en ce qui concerne les avantages que présente leur emploi, et c'est pourquoi il convient ici de traiter assez longuement cette question. On peut dire que l'importance prise actuellement par les turbines à vapeur est presque entièrement due à l'infatigable activité de M. C.-A. Parsons, qui a consacré de nombreuses années de travail à leur perfectionnement. Un ingénieur suédois, M. de Laval, a également étudié la même question presque en même temps que M. Parsons. Toutefois, la turbine de Laval marche à une trop grande vitesse angulaire (10 000 tours pas minute) pour qu'elle puisse être pratiquemeut utilisée, sauf en ce qui concerne les types de puissance relativement faible. Les systèmes de turbines à vapeur que l'on utilise actuellement sont les suivants :

	Puissance en kilowatts.	Vitesse angulaire en t : m.	Vitesse périphérique en m : s.	Degrés de détente.	Nombre de roues à aubes.	Caractéristiques principales.
Parsons. .	1500	1 200	30,47 à 67,03	continue	78	Disposée en tambour. — Chute de pression ou détente également réparties entre les roues à aubes mobiles et fixes.
Rateau. .	1500	1 200	45,70 à 76,17	25	25	Disposée en disques. — Détente se produisant seulement aux aubes des disques fixes.
Curtis. .	1500	1 000	121,88	4	8	Disposée en disques verticaux. — Deux roues mobiles à aubes pour chaque ajutage.
Stumpf. .	1500	3 000	426,58	1	1	Simple disque. — Ajutage. — Augets semblables à ceux de la roue Pelton.
De Laval.	200	10 600	426,58	1	1	Simple disque. — Ajutages. — Commande les dynamos par un engrenage hélicoïdal.

Parmi les systèmes de turbine ayant reçu dernièrement des applications, le plus connu est peut-être le système Curtis (1) qui a été lancé par la *General Electric Company* des États-Unis. Les autres sont la turbine Rateau, construite par les ateliers d'Œrlikon à Zurich, et la turbine Stumpf, construite par l'*Allgemeine Elektricitæts Gesellschaft* de Berlin.

(1) Voir le mémoire présenté par M. Rateau à la *Engineering Conference of the Institution of Civil Engineers* en juin 1903, *Engineering*, tome LXXVI, p. 32.

(1) Voir *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, vol. CLI : High speed electrical generating plant, par T.-H. Minshall. D'après des chiffres récemment publiés, on a construit des moteurs à vapeur à grande vitesse consommant seulement 7,250 kg d'eau par kilowatt-heure (vapeur à la pression de 14 kg : cm² et surchauffée à 193°); ce résultat peut soutenir la comparaison avec les résultats obtenus avec les meilleurs moteurs à vitesse lente.

(2) Voir le mémoire sur les turbines à vapeur présenté à la *Municipal Electric Association* par M. S. E. Fedden en juillet 1902. Voir également : Some Notes on Steam Turbo-Electric Generating Plants, par Geo Wilkinson, communication faite à la section de Leeds de l'*Institution of Electrical Engineers* en octobre 1903.

Enfin, il y a la turbine Parsons dont le type a été modifié par les diverses maisons qui la construisent.

Avantages que présente l'emploi des turbines à vapeur. — Quelle est la disposition définitive qui sera donnée à la turbine Parsons? Sera-t-elle modifiée par l'emploi d'ajutages de détente (1) ou par tout autre dispositif, c'est là une question à laquelle on ne peut répondre actuellement. Quoi qu'il en soit, la turbine a atteint maintenant un rendement très élevé, si on le compare à celui que l'on peut obtenir dans les limites de température actuelles, à moins que ces limites elles-mêmes ne soient considérablement augmentées, ce qu'il semblerait facile de réaliser, car ce n'est qu'une question de dépense première (2).

Les turbines de n'importe quel type présentent, par rapport aux moteurs à mouvement alternatif, certains avantages inhérents à leur nature même : elles sont d'un prix moins élevé, plus simples de construction, nécessitent moins d'espace pour leur installation et ne produisent pas de vibrations. C'est pourquoi elles peuvent être établies pour fonctionner économiquement au point de vue de la consommation de vapeur et de l'entretien; en résumé, elles réalisent les conditions essentielles que l'on demande à la production de force motrice beaucoup mieux que les moteurs à vapeur à mouvement alternatif, que ces derniers soient à grande ou à faible vitesse.

La sûreté de fonctionnement et la continuité de la distribution est assurée par la simplicité de construction des turbines et l'économie dans la production de force motrice résulte de la diminution des dépenses de premier établissement (moins d'encombrement, fondations peu coûteuses, absence de vibrations), et aussi de la diminution des dépenses de main d'œuvre, d'entretien, d'huile, etc.

(1) A l'exception de la turbine Parsons, toutes les turbines comportent des ajutages fixes de détente.

(2) Les principales causes de pertes dans les turbines sont les fuites, les remous et les frottements de la vapeur et une détente incomplète. On peut affirmer qu'il n'y a aucune turbine où ces pertes puissent être réduites à moins de 15 0/0. On voit, par conséquent, que le meilleur rendement que l'on puisse attendre est égal à 85 0/0 de l'énergie totale de la vapeur dans les limites de température déterminée, de la chaudière d'une part et du condenseur d'autre part. En admettant que le rendement de la dynamo, en tenant compte des pertes dues aux frottements dans les coussinets et aux frottements des balais, aux pompes à huile, etc., soit de 90 0/0, la production d'un kilowatt-heure pris au tableau de distribution, avec de la vapeur à la pression de 14 kg : cm², surchauffée à 193° et avec une température au condensateur de 38°C nécessite une dépense de vapeur de 5,373 kg. Il existe des turbines de construction courante consommant 16,575 kg de vapeur par kilowatt-heure à pleine charge, la pression de la vapeur étant de 13,35 kg : cm² et la vapeur étant surchauffée à 193° et le vide au condenseur étant de 70,5 cm. Avec de futurs perfectionnements, on pourra obtenir des rendements plus élevés à faible charge en utilisant des pressions plus fortes et en surchauffant davantage la vapeur.

Résultats obtenus actuellement avec les turbines à vapeur. — On ne peut avoir de renseignements sur ces points particuliers qu'auprès des très rares ingénieurs qui ont actuellement l'expérience des turbines de grande puissance; comme jusqu'ici on n'a pas encore publié de nombreux résultats d'essais, on s'en rapportera aux résultats obtenus à Wallsend. On examinera les courbes (1) indiquant les consommations de vapeur (pour des puissances allant de 1500 à 2000 kilowatts) d'une turbine qui a été installée à la fin de 1901 (fig. 2). Les essais ont été effectués après 900 heures de fonctionnement de la turbine et ils ont été effectués de nouveau après 6000 heures. Dans la seconde série d'essais, les résultats obtenus ont été pratiquement les mêmes. Le tableau de la page suivante donne les heures de fonctionnement, la consommation d'huile, etc.

Il résulte de ces données que la turbine a fonctionné pendant 7512 heures et qu'il n'y a eu, pendant ce laps de temps, que 52 heures d'arrêt pour vérification et réparations. La consommation d'huile a été de 681 litres, soit une dépense de 652 francs environ.

Sûreté de fonctionnement des turbines. — Il est à remarquer que cette turbine, de 2000 kw, a fonctionné pendant 7500 heures sans qu'il ait été nécessaire de la démonter. Deux fois seulement, il a été nécessaire de démonter les paliers pour les nettoyer, quoiqu'ils aient été vérifiés à trois reprises différentes. En résumé, les seuls dérangements ayant nécessité une réparation, sont au nombre de deux; on a refait la garniture d'une des soupapes d'admission du régulateur et remplacé les disques des graisseurs.

Economie que présente l'emploi des turbines à vapeur pour la production

(1) Ces renseignements ont été copiés sur le registre des essais de la *Electric Supply Company* de Newcastle-on-Tyne qui a en service deux turbo-alternateurs de 2000 kilowatts dans sa station de Neptune-Bank et qui fait installer actuellement 10 000 kilowatts de turbo-alternateurs dans sa nouvelle station de Carville. Il est évident que les bons résultats obtenus pendant trois ans ont pleinement justifié l'extension donnée par la Compagnie à ce genre de moteurs ainsi que les nouvelles commandes de turbines faites par elle.

TURBINE N° 10 DE LA STATION GÉNÉRATRICE DE NEPTUNE BANK DE LA C[ie] DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE NEWCASTLE-UPON-TYNE

	Nombre d'heures de marche.	Nombre d'heures d'arrêt.	Observations.
Décembre 1901 à août 1902	2 090	»	Réglage de l'admission.
Août 1902 à septembre 1902	471	4	id.
Septembre 1902 à octobre 1902	516	2	Vérification de l'admission.
Octobre 1902 à novembre 1902	502	12	Vérification du régulateur.
Novembre 1902 à août 1903	1 788	18	Examen de la valve du relais, de l'admission et remplacement des disques des graisseurs.
Août 1903 à décembre 1903	1 596	4	Vérification de l'admission.
Décembre 1903	549	12	Réparation de la soupape d'admission du régulateur.
	7 512	52	

de force motrice. — Les turbines à vapeur paraissent, à tous les points de vue, être les moteurs qui conviennent le mieux pour produire la force motrice; quoique leur emploi ait mis longtemps à se développer, il est certain que dans ces dix dernières années, on a mis en service, avec succès, des turbo-alternateurs de 2000 kw, et qu'actuellement ces groupes de grande puissance reçoivent des applications de plus en plus nombreuses. Si les turbines à vapeur n'ont pas eu, dès leur apparition, le succès qu'elles devaient obtenir, la cause en est due à ce fait que les demandes portaient sur des turbines de faible puissance (300 kw et au-dessous) et que, pour ces petites puissances, la seule supériorité que la turbine présente actuellement sur les moteurs à mouvement alternatif, est due plutôt à l'économie de main d'œuvre et d'huile qu'au prix d'achat et à l'économie de vapeur.

Pour les groupes électrogènes de grande puissance, l'emploi des turbines à vapeur permet de réduire les dépenses de premier établissement de la station. Cette réduction atteint de 15 à 20 0/0 de la dépense totale aux prix actuels du matériel; cette économie deviendra encore plus considérable lorsque les constructeurs de turbines auront établi une série de types, comme on l'a fait pour les moteurs à mouvement alternatif. En comptant l'économie réalisée sur le groupe électrogène seul, le pourcentage est naturellement beaucoup plus élevé. Le fait que cette éeonomie ne se réalise pas lorsqu'il s'agit de groupes électrogènes de petite puissance, favorise grandement les stations centrales de distribution qui peuvent ainsi lutter avantageusement avec les installations particulières qui, ne pouvant utiliser que des groupes électrogènes relativement de faible puissance, sont dans l'impossibilité de retirer de l'emploi des turbines les mêmes avantages qu'une station centrale, aussi bien comme prix d'achat qu'au point de vue de la consommation de vapeur.

On ne discutera, dans ce mémoire, que l'emploi des turbo-alternateurs, car la commande par turbines de dynamos à courant continu de grande puissance, n'a reçu jusqu'ici que des applications limitées à cause des difficultés de commutation qui se produisent à des vitesses angulaires aussi élevées (1).

Moteurs à gaz. — Le rendement thermique élevé des moteurs à gaz a particulière-

(1) Dans les cas où il est nécessaire ou utile de produire du courant continu, il est rationnel d'employer des turbo-alternateurs avec des convertisseurs, même lorsque ces derniers doivent être installés dans le même bâtiment. S'il s'agit d'alimenter un réseau de tramways ou d'éclairage à 500 volts et que l'étendue de ce réseau ne nécessite pas la création d'une ou de deux sous-stations, les convertisseurs peuvent être installés dans la station génératrice et les génératrices doivent être choisies du type à champ tournant fournissant le courant sous 330 volts, afin d'éviter l'emploi de transformateurs pour abaisser la tension. On peut se dispenser d'employer un tableau de commande intercalé entre la génératrice et le convertisseur, en disposant le turbo-alternateur et le convertisseur sur un même socle, de manière à en former un groupe unique. Dans ces conditions, les dépenses de premier établissement concernant l'alternateur et le convertisseur, comparées au prix d'achat d'une dynamo à courant continu, seraient supérieures d'environ 25 francs par kilowatt, mais cette augmentation de dépenses serait plus que compensée par l'économie réalisée sur le prix d'achat du moteur si l'on utilise une turbine au lieu d'un moteur à mouvement alternatif. Le convertisseur ne serait pas, naturellement, d'un prix plus élevé qu'une dynamo à courant continu de même puissance. En ce qui concerne les frais d'entretien et d'amortissement, on peut compter sur une dépense de 5 0/0 pour le convertisseur, mais, d'autre part, on réalise des économies au point de vue des réparations et de la dépense de vapeur et d'huile en employant une turbine à vapeur.

ment attiré l'attention des ingénieurs sur leur emploi dans les stations centrales, plus particulièrement dans le sud de l'Angleterre où le charbon est à un prix assez bas. Quoique l'on puisse espérer que, dans un avenir plus ou moins éloigné, lorsque le moteur à gaz aura été l'objet de perfectionnements, son utilisation dans une station centrale sera avantageuse, on ne peut nier, qu'actuellement, le moteur à gaz n'a pas encore atteint la même perfection que la turbine à vapeur (1).

Supériorité de la turbine à vapeur sur le moteur à gaz. — Il est certain qu'une station comportant un certain nombre de groupes électrogènes indépendants actionnés par des turbines à vapeur offre plus de sécurité, au point de vue de la continuité de la distribution d'énergie, que si elle était pourvue de moteurs à gaz. Il est évident également que l'emploi de turbines à vapeur simplifie l'installation de la station génératrice ainsi que l'ensemble du système; sans parler des difficultés que l'on peut éprouver lorsque des convertisseurs à 40 ou 50 périodes sont alimentés, à l'aide d'une longue canalisation souterraine, par une station génératrice actionnée par des moteurs à gaz, il est douteux que les résultats financiers soient satisfaisants avec l'emploi des moteurs à gaz actuels (1). L'économie que l'on peut réaliser sur le charbon varie naturellement suivant les localités; mais, même en admettant une légère différence en faveur du moteur à gaz comparé à ce point de vue à la turbine à vapeur, l'emploi de la turbine à vapeur dans une station généra-

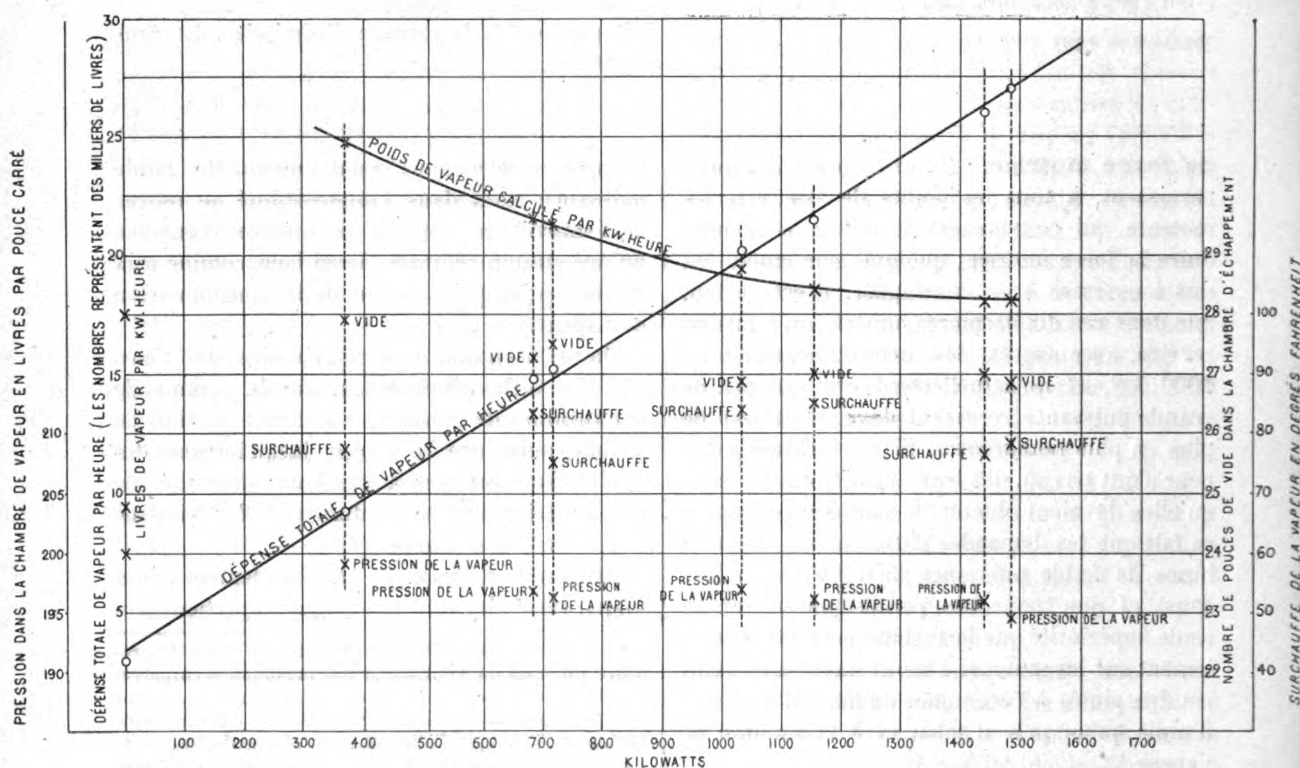


Fig. 2.

(1) On ne vise point ici le cas où il y a tout intérêt à mieux utiliser l'énergie calorifique du charbon lorsqu'il est possible d'utiliser le gaz qui serait perdu sans cela, ou que ce gaz est le produit secondaire d'un procédé industriel quelconque. Dans ces conditions, il est rationnel d'utiliser directement ce gaz pour alimenter des moteurs et d'éviter l'emploi d'une installation à vapeur. Le présent travail ne vise que l'installation de stations centrales où le charbon est utilisé soit pour alimenter des chaudières, soit pour être distillé dans des cornues. Les conclusions émises par les auteurs ne doivent pas être interprétées dans ce sens que les moteurs à gaz sont inutilisables dans une station génératrice lorsqu'on peut disposer des gaz perdus des haut-fourneaux ou de toute autre provenance.

(1) Il est, actuellement, indispensable de distribuer du courant alternatif à 40 ou 50 périodes pour assurer le service de l'éclairage par courants alternatifs. Si l'on employait des moteurs à gaz, il est probable qu'il faudrait leur faire actionner des alternateurs asynchrones, et il faudrait avoir continuellement un turbo-alternateur en marche sur le circuit pour maintenir le synchronisme et régulariser l'ensemble du système. C'est le dispositif que les auteurs vont appliquer dans la station génératrice de Blaydon, actuellement en cours de construction.

trice présente des avantages qui ressortent des considérations suivantes :

Moteur à gaz.

Plus faible consommation de charbon.
Plus grande dépense de graissage.
Frais de conduite plus élevés.
Frais d'entretien et de réparation plus élevés.
Prix d'achat plus élevé.

Turbine à vapeur.

Plus faible dépense de graissage.
Moindre dépense de conduite.
Frais d'entretien et de réparation moindres.
Prix d'achat moins élevé.

L'économie dans les dépenses de premier établissement est un avantage plus important pour une station génératrice que pour d'autres industries, parce que les frais d'amortissement sont nécessairement beaucoup plus élevés pour un moteur à gaz que pour une turbine à vapeur. Il est évident que le moteur à gaz peut être perfectionné et que ces perfectionnements soient tels que l'on abandonne l'emploi des turbines.

Les partisans de l'emploi du moteur à gaz sont dans le vrai lorsqu'ils disent que le type actuel peut être rapidement perfectionné; mais, en attendant, il est plus prudent de faire une installation plus économique afin de diminuer les dépenses de transformation qu'il y aura lieu de faire lorsque le moteur à gaz aura atteint son complet développement.

MERZ et MC LELLAN.

(*A suivre*).

RÈGLES

POUR LES OFFRES, LA FOURNITURE ET LES ESSAIS DES MACHINES ÉLECTRIQUES & TRANSFORMATEURS

RÉDIGÉES PAR LES ASSOCIATIONS FRANÇAISES DE PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR AYANT UN SERVICE ÉLECTRIQUE (AMIENS, LYON, NANCY, NANTES), L'ASSOCIATION DES INDUSTRIELS DU NORD DE LA FRANCE (LILLE) ET L'ASSOCIATION NORMANDE POUR PRÉVENIR LES ACCIDENTS DU TRAVAIL (ROUEN)

(*Edition 1904*).

Désignation de la puissance nominale.

§ 1. — La *puissance nominale* est celle pour laquelle la machine est vendue; elle sera indiquée par une plaque fixée sur la machine.

L'indication de la puissance se rapportera toujours à la puissance débitée.

Elle sera exprimée : en kilowatts aux bornes dans le cas de courants continus; en kilovolts-ampères avec indication du facteur de puissance dans le cas de courants alternatifs; en chevaux de 75 kilogrammètres par seconde ou en poncelets de 100 kilogrammètres par seconde dans le cas de puissance mécanique (moteurs).

§ 2. — Pour les alternateurs destinés à assurer un service de jour ou un service de moteurs, il y aura lieu de prévoir le facteur de puissance au plus égal à 0,8. La puissance de l'excitatrice sera déterminée par cette condition (1). (Si, avec la puissance débitée par une génératrice à courants alternatifs, il est donné une indication sur la puissance absorbée en chevaux ou en poncelets, cette indication se rapportera au facteur de puissance prévu.)

§ 3. — Quand une machine ou un appareil présente par lui-même un décalage de phase, comme par exemple les moteurs d'induction, il est utile d'indiquer ce facteur de puissance, au moins pour la charge nominale.

§ 4. — Outre la puissance nominale en marche continue, qui sera toujours mentionnée, on indiquera sur la plaque de la machine :

La tension normale (composée en cas de courant triphasé);

La vitesse normale et la fréquence, s'il y a lieu;

Et pour les machines à marche intermittente, la puissance à ce régime avec la durée de fonctionnement correspondante.

Échauffement.

§ 5. — L'échauffement d'une machine électrique doit, avant tout, être compatible avec la conservation en parfait état de l'isolant.

Limites d'échauffement admises.

§ 6. — Les limites maxima admises pour la surélévation de température, mesurée dans les conditions et après une durée d'essai spécifiées dans les paragraphes suivants, sont :

a) Pour les inducteurs traversés par un courant continu . . . . 45° C.
b) Pour tous les autres enroulements de machines (sauf ceux toujours fermés sur eux-mêmes) et les fers dans lesquels ils sont noyés (2). . . . . . 40° C.
c) Pour les enroulements des transformateurs et l'huile des transformateurs à huile . . . . 45° C.
d) Pour les circuits toujours fermés sur eux-mêmes. . . . . 55° C.

(1) Dans certains cas, il est utile de prévoir, à la commande, pour déterminer l'excitation, un facteur de puissance notablement inférieur à 0,8.

(2) Il est entendu que ces limites ne s'appliquent pas aux fers dans lesquels il n'y a pas de conducteurs noyés.

e) Pour les collecteurs, bagues et balais. 50° C.
f) Pour les paliers, bornes et connexions. 30° C.

Pour les machines fermées, on pourra tolérer une augmentation de 5° C. sur les chiffres ci-dessus.

Pour les machines à collecteurs destinées à un service continu de jour et de nuit et les circuits à haute tension des machines de plus de 2000 volts (à l'exclusion des transformateurs) les limites de température ci-dessus seront abaissées de 5° C.

§ 7. — Ces limites d'échauffement supposent une température ambiante ne dépassant pas 35° C. Si la température ambiante devait dépasser normalement cette valeur, les limites d'échauffement ci-dessus devront être réduites de la différence.

Durée de l'essai.

§ 8. — Sauf spécifications contraires, la durée de l'essai à la charge nominale après laquelle on mesurera la surélévation de température sera déterminée pour *les machines* par le tableau ci-après :

$K = \left(\frac{\text{volts-ampères}}{\text{tours par minute}}\right)$.	Durée de l'essai.
—	—
0 à 5	2 heures.
5 à 10	3 —
10 à 30	4 —
30 à 80	5 —
80 à 200	6 —
200 à 500	7 —
500 à 800	8 —
800 à 1500	9 —
1500 et plus (1)	10 —

Les machines à marche intermittente seront essayées suivant les indications portées sur la plaque ou, s'il y a lieu, suivant les conventions spéciales de la commande.

§ 9. — Pour les *transformateurs*, la durée d'essai sera celle du fonctionnement. (Il est recommandable de l'indiquer sur la plaque.) On peut ainsi distinguer :

a) Transformateurs à service discontinu (distribution de force de jour par exemple) : durée de l'essai à la charge nominale égale à la période de fonctionnement;

b) Transformateurs toujours sous tension et à charge discontinue (distribution d'éclairage par exemple) : durée de l'essai à la charge nominale égale à la période de fonctionnement, après limite d'échauffement atteinte sous tension à vide;

c) Transformateurs à charge continue : durée de l'essai jusqu'à obtention de l'échauffement-limite à la charge nominale.

(1) Pour les machines à collecteur dont le coefficient K est supérieur à 1500, il y aura quelquefois lieu de convenir d'une durée d'essai supérieure à 10 heures, suivant la destination de la machine. Pour les machines et les moteurs à courants alternatifs de grandes dimensions, une durée d'essai de 10 heures suffira en général.

Conditions de l'essai.

§ 10. — Les machines en essai seront autant que possible dans les conditions normales de fonctionnement et de ventilation, c'est-à-dire que la création d'un courant d'air artificiel n'est pas admissible; les enveloppes et couvercles des machines doivent être en place.

Les dynamos à tension variable et vitesse constante (charge des accumulateurs) seront essayées à *puissance constante* pendant le temps indiqué au tableau du § 8. Pendant la première moitié du temps, l'essai sera fait avec la tension maxima et l'intensité correspondante, et, pendant la deuxième moitié, avec l'intensité maxima et la tension correspondante.

Mesure des températures.

§ 11. — Les températures des enroulements électriques seront mesurées :

a) Pour les circuits inducteurs traversés par un courant continu : *toujours par augmentation de résistance*;

b) Pour les induits à collecteurs : *toujours par thermomètre*;

c) Pour tous les autres circuits : autant que possible *par les deux procédés*, en prenant *la plus élevée* des valeurs trouvées.

Pour déduire la surélévation de température de l'augmentation de résistance, on ramènera à 0° les résistances mesurées en admettant comme coefficient de température du cuivre la valeur constante de 0,004.

Dans toutes les mesures par thermomètre, on appliquera celui-ci au point accessible le plus chaud.

Le thermomètre indiquant la température ambiante sera placé dans l'axe de la machine et à 1 mètre en avant du palier, en tenant compte des circonstances locales.

La température ambiante sera maintenue aussi constante que possible; si elle varie pendant la durée de l'essai on prendra la moyenne du dernier quart de l'essai.

Auto-régulation.

§ 12. — Le coefficient d'auto-régulation de tension ou de vitesse est défini par le rapport des variations de tension ou de vitesse aux tensions ou vitesses à charge nominale.

Il sera spécifié dans chaque cas à la commande.

§ 13. — La variation de tension pour les génératrices sera obtenue en passant de la charge nominale à la marche à vide à vitesse constante :

a) pour les machines auto-excitatrices à courant continu, en maintenant constante la résistance dans le circuit inducteur dérivé;

b) pour les génératrices à courant continu à excitation séparée et pour les génératrices à courants alternatifs, en maintenant constant le courant d'excitation.

Pour les machines à courant continu, la position des balais sera maintenue fixe et à la position de la charge nominale, à moins de conventions contraires.

§ 14. — La variation de vitesse pour les réceptrices s'obtiendra de même en passant de la charge nominale à la marche à vide, en maintenant constantes aux bornes : la tension pour le courant continu et pour les courants alternatifs la tension et la fréquence.

(Pour les moteurs d'induction, l'indication du coefficient d'auto-régulation est souvent remplacée par celle du glissement, qui en diffère légèrement et se définit par le rapport de la variation de vitesse à la vitesse du synchronisme.)

§ 15. — Pour les transformateurs, le coefficient d'auto-régulation s'obtiendra en passant de la charge nominale à la charge nulle au secondaire, à fréquence et tension constantes au primaire.

§ 16. — Pour les commutatrices et moteurs-générateurs on fera varier la charge débitée de la valeur nominale à 0, en maintenant tension et fréquence constantes aux bornes réceptrices.

§ 17. — Pour les génératrices à courants alternatifs et les transformateurs, la variation de tension sera spécifiée pour la puissance nominale (en KVA) :

a) Avec un facteur de puissance égal à l'unité;

b) Avec le facteur de puissance prévu ou, à son défaut, à un facteur égal à 0,8.

Commutation.

§ 18. — A moins de spécifications contraires, les machines à collecteur devront, une fois les balais réglés à la position la plus favorable, marcher sans étincelles appréciables et sans décalage des balais à toutes les charges comprises entre la marche à vide et la charge nominale, même dans le cas de variations brusques de courant.

En marche continue et à une charge quelconque entre les limites précitées, le fonctionnement du collecteur sera tel que des soins quelconques (nettoyage ou graissage) ne soient nécessaires qu'à des intervalles de douze heures de marche. Cette condition s'applique également aux bagues de prise de courant.

Rendement.

§ 19. — On distinguera :

a) Le rendement $= \dfrac{\text{puissance utilisable}}{\text{puissance absorbée}}$.

b) Le rendement mesurable $=$

$$\frac{\text{puissance utilisable}}{\text{puissance utilisable} + \text{pertes totales mesurables}}.$$

c) Le rendement électrique mesurable (1) $=$

$$\frac{\text{puissance utilisable}}{\text{puissance utilisable} + \text{pertes électriques mesurables}}.$$

§ 20. — Quand les puissances utilisable et absorbée pourront être mesurées directement *avec une précision suffisante*, le rendement à indiquer et à mesurer est celui défini par a). Dans tous les autres cas les rendements à indiquer seront ceux définis par b) et c); ils devront s'adapter aux conditions possibles de l'essai. La mesure en sera faite par la méthode des pertes séparées.

§ 21. — Ces pertes se décomposent comme suit :

Pertes mécaniques :

Frottement des paliers et ventilation;

Frottement des balais sur les collecteurs et bagues.

Pertes électriques :

Hystérésis et courants de Foucault;

Effet Joule dans tous les enroulements (excitation, induit, enroulement primaire et secondaire);

Résistance de contact des balais.

§ 22. — Les chiffres donnés pour le rendement s'entendent, sauf indications contraires, pour la charge nominale et en y comprenant les pertes dues aux appareils auxiliaires, tels que : rhéostat, excitatrice, ventilateur, pompes de circulation, etc. (2).

Pour les génératrices à courants alternatifs, le rendement sera indiqué à la charge nominale en (KVA) :

a) Avec un facteur de puissance égal à l'unité;

b) Avec un facteur de puissance égal à 0,8.

§ 23. — Il est entendu que les mesures devront être faites ou ramenées à la température atteinte après le fonctionnement défini aux §§ 8, 9 et 10.

De même la détermination des pertes à vide se fera à la vitesse constante de régime et à la tension normale augmentée ou diminuée de la perte ohmique. Pour les machines à collecteur, la position des balais ne différera de la position à la charge nominale que dans la mesure nécessaire pour éviter les étincelles.

Surcharges.

§ 24. — Toute machine doit pouvoir supporter sans détérioration (et sans étincelles nuisibles pour les machines à collecteur) une surcharge de courant ou de couple de 20 0/0 pendant 1/10 de la durée d'essai spécifiée au § 8.

Les transformateurs supporteront cette surcharge pendant une heure.

En plus, les moteurs à marche prolongée (3) et les transformateurs supporteront une surcharge de 40 0/0 pendant trois minutes.

(1) Ne pas confondre cette expression avec celle de

$$\text{Rendement électrique} = \frac{\text{puissance électrique utilisable}}{\text{puissance électrique totale}}.$$

(2) Dans le cas où ces appareils auraient en plus une autre destination, on imputera à la machine considérée sa part proportionnelle de puissance absorbée par l'appareil auxiliaire, ou on indiquera séparément les rendements de la machine principale et des appareils auxiliaires.

(3) A l'exception des moteurs synchrones et asynchrones monophasés, dont la surcharge ne devra pas dépasser 20 0/0.

Pour les alternateurs, cette surcharge s'entend avec le facteur de puissance prévu.

§ 25. — Toutes les génératrices à courant continu ou alternatif devront, à la vitesse normale, pouvoir maintenir leur tension de régime pendant toute la durée de la surcharge.

§ 26. — En plus des surcharges de puissance spécifiées ci-dessus, les machines devront pouvoir supporter un surcroît de vitesse qui, pour les génératrices, sera à fixer dans chaque cas en tenant compte du mode de commande.

Les moteurs à courant continu devront pouvoir supporter pendant cinq minutes une vitesse de 30 0/0 supérieure à la vitesse normale.

Essais de surtension.

§ 27. — Toutes les machines de plus de 1 kilowatt et les transformateurs (quelle que soit leur puissance) devront pouvoir supporter *au moment de la réception* deux essais de surtension.

Pour le *premier*, la tension d'essai (autant que possible de même nature que celle de la machine à essayer) sera produite par une source indépendante, et sa valeur sera déterminée par la deuxième colonne du tableau ci-dessous. Cette tension sera appliquée entre les enroulements et la masse, et entre les différents enroulements d'un même appareil, en prenant pour base normale, dans ce dernier cas, la tension la plus élevée des enroulements essayés ensemble.

Deux enroulements complètement distincts, qui ne pourraient avoir de défaut que par la masse (induit et inducteur par exemple) n'ont pas besoin d'être essayés l'un par rapport à l'autre.

Pour les enroulements secondaires des moteurs d'induction, c'est la tension au démarrage qui sera considérée comme tension normale.

Pour le *deuxième essai*, destiné à éprouver l'*isolation intérieure* des enroulements, les machines et transformateurs devront pouvoir produire (génératrices) ou absorber (moteurs, commutatrices, transformateurs) les tensions d'essai spécifiées par la troisième colonne du tableau ci-dessous, à moins toutefois que d'autres raisons, telles que vitesse trop grande à appliquer ou courant trop fort absorbé, ne s'y opposent.

Pour les deux essais, la tension d'essai sera amenée progressivement à sa valeur maximum et maintenue à cette valeur pendant *cinq minutes*.

Tension normale.	Tension d'essai à appliquer (1).	Tension d'essai à produire ou à absorber.
—	—	—
Jusqu'à 3 000 volts.	Deux fois la tension normale (minimum 500 volts).	Une fois et demie la tension normale.
4 000 volts.	7 500 volts.	5 800 volts.
5 000 —	8 800 —	6 900 —
6 000 —	10 200 —	8 100 —
7 000 —	11 700 —	9 400 —
8 000 —	13 300 —	10 700 —
9 000 —	14 800 —	11 900 —
10 000 —	16 300 —	13 200 —
12 000 —	19 300 —	15 500 —
15 000 —	24 000 —	19 500 —
20 000 —	31 000 —	25 500 —
25 000 —	38 000 —	31 500 —
30 000 —	45 000 —	37 500 —

Isolement.

§ 28. — Les machines d'une tension inférieure à 500 volts devront présenter une résistance d'isolement au moins égale à R = 2000 E (R étant exprimé en ohms et E étant la tension normale en volts).

A partir de 500 volts, toutes les machines auront au moins une résistance d'isolement d'*un mégohm*. Cette condition doit être remplie à chaud, aussi bien chez le constructeur qu'après la mise en route.

Si même après séchage d'une machine les valeurs ci-dessus ne sont pas atteintes, le constructeur sera tenu de procéder à ses frais à de nouveaux essais de surtension qui, s'ils réussissent, le dispenseront de la condition d'isolement.

Tolérances pour les garanties.

§ 29. — Comme sanction aux diverses garanties données, il est d'usage de fixer deux limites dont la première représente la tolérance accordée pour tenir compte des inexactitudes et des erreurs de mesures, et dont la seconde donne à l'acheteur le droit de refuser le matériel. Entre les deux limites, on convient généralement d'une pénalité proportionnelle à l'écart. Les pénalités pour les différentes garanties se cumulent.

Les valeurs suivantes sont à recommander :

GARANTIE D'ÉCHAUFFEMENT

Tolérance pour les mesures : 4° C. au-dessus des limites fixées au § 6 (pour les mesures par résistance seulement). — *Limites de refus :* 10° C.

(1) Les valeurs de ce tableau ont été déterminées (à partir de 5000 V) par la condition que les distances explosives des tensions d'essai à appliquer soient doubles de celles des tensions normales.

au-dessus des limites au § 6. — *Retenues à appliquer par l'acheteur entre la tolérance et la limite de refus :* 1/2 0/0 par degré.

GARANTIE D'AUTORÉGULATION

Tolérance pour les mesures : 15 0/0 du pourcentage garanti par le constructeur. — *Limites de refus* : 40 0/0 du pourcentage garanti. — *Retenues à appliquer par l'acheteur entre la tolérance et la limite de refus* : 1 0/0 par 10 0/0 du pourcentage garanti applicable entre 15 et 40 0/0.

GARANTIE DE RENDEMENT

Tolérance pour les mesures : 15 0/0 de la somme des pertes totales ou mesurables suivant le cas. — *Limites de refus :* 40 0/0 des pertes totales ou mesurables. — *Retenues à appliquer par l'acheteur entre la tolérance et la limite de refus* : 2 0/0 par 10 0/0 de la somme des pertes totales ou mesurables, applicables entre 15 et 40 0/0.

SUR L'ÉMANATION RADIOACTIVE

DES EAUX DE SOURCE

Les eaux de source, comme l'ont fait voir MM. J.-J. Thompson et F. Himstedt, renferment une émanation radioactive qu'on en retire, soit en faisant bouillir, soit en insufflant de l'air. L'émanation constatée par MM. Elster et Geitel dans l'atmosphère libre et dans une mesure toute spécialement grande dans les tubes capillaires du sol, paraît être identique à l'émanation contenue dans les eaux de source. Leur origine commune serait la présence d'une substance radioactive contenue, soit en l'air, soit dans l'eau, et susceptible d'émettre une émanation.

Comme le fait voir M. H. Mache dans un travail récemment publié dans la *Physikalische Zeitschrift*, une étude soigneuse des propriétés de cette matière active permettra de vérifier si c'est vraiment un nouveau corps radioactif, ou bien l'une des substances actives déjà connues. Les expériences de l'auteur font voir que la plupart (sinon toutes) des eaux de source étudiées renferment en réalité l'émanation du radium. Ceci s'expliquerait par l'hypothèse que dans les couches inférieures de l'écorce de la terre se trouvent emmagasinés des minéraux contenant du radium et développant de grandes quantités d'émanation entraînées en partie dans l'air souterrain et dans les eaux de source, sans que ces dernières renferment de substances actives en quantités considérables.

A. GRADENWITZ.

L'ÉLECTRICITÉ

A L'ASSOCIATION ANGLAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES A CAMBRIDGE

Le congrès annuel de l'Association pour l'avancement des sciences s'est tenu à Cambridge du 17 au 24 août; il a été présidé cette année par le premier ministre, M. Balfour. Il y a eu plus de travaux que d'ordinaire sur l'électricité et les sciences mécaniques; nous donnons ci-après une analyse d'un des principaux mémoires présentés :

L'énergie électrique et les stations hydrauliques, par M. Campbell Swinton. Il est très difficile, d'après l'auteur, de donner une statistique exacte du total de la puissance hydraulique employée actuellement pour la production de l'énergie électrique. M. Swinton a cependant réussi à obtenir quelques renseignements sur des installations représentant un total de 1 million 1/2 de chevaux, à savoir :

Etats-Unis d'Amérique	527 467 ch.
Canada	228 225 »
Mexique	18 470 »
Venezuela	1 200 »
Brésil	800 »
Japon	3 450 »
Suisse	133 308 »
France	161 343 »
Allemagne	81 077 »
Autriche	16 000 »
Suède	71 000 »
Russie	10 000 »
Italie	210 000 »
Indes	7 050 »
Afrique du Sud	2 100 »
Grande-Bretagne	11 906 »
	1 483 390 ch.

L'auteur calcule l'économie de charbon qui résulte de cette utilisation de la puissance hydraulique et donne quelques-uns des principaux détails concernant les plus grandes installations de transmission d'énergie en Amérique. Il décrit ensuite certaines des stations hydraulico-électriques que l'on monte actuellement dans le Royaume-Uni. La seule station importante de ce genre qui fonctionne est celle de Foyers, qui a été inaugurée en 1896 pour l'industrie électro-chimique par la Compagnie anglaise l'Aluminium. Cette compagnie procède actuellement à l'installation d'une station beaucoup plus importante, sur la rivière Leven, qui pourra fournir 17 000 ch. La totalité sera employée sur place pour la fabrication de l'aluminium sans qu'il y ait besoin d'une transmission d'énergie. Un autre projet, également important, est aussi sur le point d'être réalisé en Angleterre dans le pays de Galles par la Compagnie North Wales Electric Power and Traction;

la puissance hydraulique sera fournie par le lac Llydaw, au pied du mont Snowdon. Ce lac, dans lequel se déversent les eaux du lac Glasly, mesure environ 1,2 mille de long et 0,5 mille de large. Sa superficie est ds 464 500 m². Cette région est l'une de celles où il tombe le plus d'eau en Europe, soit annuellement une moyenne de 4,50 m.

Au moyen d'un barrage long de 30,45 m, le niveau du lac a été élevé de 6,10 m. L'eau est conduite de ce lac, par un tunnel de 182,90 m de long, en un point situé à 9,15 m plus bas; on obtiendra ainsi une réserve suffisante pour parer à une sécheresse de 90 jours. La chute totale utilisée est d'environ 335 m et le total de la puissance disponible, calculée sur une base de 9 heures de travail par jour, est de 8200 ch. La première installation comporte quatre groupes de 1000 kw, consistant chacun en une double roue hydraulique accouplée à un alternateur triphasé de 11 000 volts avec 40 périodes à la seconde.

La compagnie utilisera le plein rendement du lac Llydaw avant d'étendre sa station, mais elle a déjà acquis une autre source d'énergie au lac Llyn Tigiao, dans la vallée Conway, où l'on peut obtenir une chute de 243 m et qui donnera environ une puissance double de celle du lac Llydaw.

L'un des premiers projets de la Compagnie North Wales Electrique Power, aussitôt que son installation sera achevée, est de distribuer l'énergie à un certain nombre de chemins de fer légers qui sillonnent le pays. On doit, en outre, fournir l'énergie à une grande zone comprenant l'ensemble des comtés de Carnarvon, Merioneth et Anglesea, ainsi qu'une partie du comté de Denbigh.

On emploie les courants triphasés et des lignes de transmission avec conducteurs de cuivre nu de 6 mm de diamètre portés par des isolateurs disposés en triangle sur des poteaux de bois. Une grande partie des lignes de transmission seront placées le long des voies de chemins de fer mentionnées ci-dessus et alimenteront tout d'abord les districts de Nautile, Llanberis, Peurhyn et Festiniog, où les demandes sont déjà nombreuses. La distance entre la station et ces endroits varie de 6 à 12 milles.

Dans sa plus grande partie, le reste du travail de M. Swinton est consacré à une description du plus récent projet de station hydraulique, celle du syndicat écossais Water Power. D'après ce projet, les eaux du Loch Sloy seront utilisées pour la production et la transmission par lignes aériennes de l'énergie électrique depuis une station génératrice située à Inverglas, dans une région industrielle de la vallée de Leven et de la Clyde. Les lignes de transmission traverseront une distance de 22 milles jusqu'à la sous-station de Renton, où la tension primaire de 40 000 volts sera réduite à 6000 et 10 000 volts. La distribution, à partir de la sous-station, se fera par câbles souterrains. Cette installation coûtera environ 200 000 livres, y compris les lignes de transmission et de distribution; ce calcul a été obtenu sur la base de 40 livres par cheval distribué, soit 5000 ch. Le système adopté sera à courants triphasés avec deux lignes de trois conducteurs en cuivre d'environ 6 mm de diamètre. Les conducteurs seront supportés à une hauteur minimum de 15,20 m au-dessus du sol et à tous les croisements de route, il seront protégés par un filet métallique, conformément aux règlements du Board of Trade concernant la sécurité publique.

RELAIS A TEMPS DIFFÉRÉ

POUR INTERRUPTEUR MAXIMUM

Le relais généralement employé avec le coupe-circuit automatique a pour but de protéger la ligne contre les interruptions tant que la durée de la surcharge ne dépasse une certaine valeur au delà de laquelle la sécurité pourrait être compromise.

Dans le relais Westinghouse, que décrit le *Street Railway Journal*, le but poursuivi est le même que dans le relais ordinaire; mais la vitesse du contact mobile, qui est destiné à la commande du coupe-circuit, étant réglée par l'importance de la surcharge, l'appareil lui-même peut automatiquement distinguer un court-circuit qui produit une surcharge élevée et toujours dangereuse d'une simple augmentation du débit qui peut exister dans le réseau pendant un temps déterminé sans compromettre la sécurité des appareils montés sur le réseau protégé par le coupe-circuit.

L'organe essentiel du relais est un solénoïde dont le noyau est relié mécaniquement au mécanisme de déclenchement du coupe-circuit par l'intermédiaire d'un dash-pot ou amortisseur à air de construction spéciale.

Cet amortisseur se compose d'une chambre à air fermée par deux soupapes : l'une servant à l'admission, l'autre à l'expulsion; ces soupapes sont commandées par le noyau du solénoïde; mais la soupape d'expulsion est légèrement appuyée sur un siège par un ressort en boudin. En outre, la position de ces soupapes peut être réglée.

Le réglage de l'appareil est complété par les variations que peut subir l'écartement des deux contacts fixe et mobile du relais et aussi par la variation du poids de la portée mobile qu'on obtient en modifiant le rapport des bras d'un levier à contre-poids fixé à l'amortisseur.

Comme on le voit, toutes les précautions ont été prises pour modifier largement les conditions de durée de la rupture et d'intensité du courant provoquant cette rupture.

Quand une surcharge se produit, le noyau du solénoïde est attiré entraînant avec lui le contact mobile. Ce mouvement se continue jusqu'à ce qu'on rencontre le contact fixe; alors le coupe-circuit

opère. Mais, comme la force d'attraction est proportionnelle à la surcharge, il en résulte que la compression de l'air est d'autant plus grande dans l'amortisseur que la surcharge est plus grande et, par suite, que l'air s'échappera de cet amortisseur à une vitesse, c'est-à-dire en un temps proportionnel à la force d'attraction. Ce résultat est obtenu, comme nous l'avons dit plus haut, en calant la soupape d'expulsion par un léger ressort antagoniste qui, par son réglage, permet de proportionner l'orifice d'expulsion à la surcharge.

A. Bainville.

L'UNIFORMITÉ
DANS LE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE
EN ANGLETERRE

Le Comité de l'Engineering Standards, qui fonctionne déjà depuis quelque temps en Angleterre, a nommé en décembre 1902, une sous-commission spéciale destinée à régler certains points de détail relatifs aux moteurs et aux transformateurs. Cette sous-commission, qui fut composée de délégués des industries électriques, de techniciens et d'ingénieurs de la guerre, des télégraphes, de la marine, etc., a, comme président, le lieutenant-colonel Crompton. On vient de publier leurs travaux et les décisions qu'ils ont prises. On doit d'abord faire remarquer que la sous-commission ne voulut pas essayer de prescrire des dimensions ou des formes types pouvant influencer les modes de construction des machines ; son attention se porta plutôt sur les points ayant rapport aux conditions de rendement et d'essais. Les études antérieures des constructeurs et des consommateurs avaient jadis porté sur les tensions, les fréquences, les vitesses, etc. Au sujet des conditions d'essai, il a été admis qu'on devait d'abord déterminer la limite précise de température à laquelle pouvaient fonctionner les machines pendant une période de temps ; c'est pourquoi une commission spéciale, sous la présidence du docteur Glazebrook, a étudié particulièrement cette question et a engagé les constructeurs à réaliser des expériences pour compléter ses recherches. Ce Comité a étudié les points suivants :

1° La température maximum à laquelle les matières isolantes actuellement en usage dans la construction des appareils d'électricité pourraient être soumises pendant des périodes de temps sans détérioration mécanique ou électrique ;

2° L'élévation précise de température déduite de ces expériences ;

3° La relation existant entre la température moyenne d'une bobine, obtenue par la mesure de la résistance et la température maximum relevée dans la portion la plus chaude de ladite bobine.

Bien que le rapport du docteur Glazebrook ne soit pas achevé, nous savons qu'indépendamment de ces expériences, quelques essais furent réalisés au Laboratoire national de physique sur des bobines non montées et ensuite montées sur les machines auxquelles elles étaient destinées, dans les ateliers des constructeurs. Les résultats de ces essais présentent un très grand intérêt et une grande valeur pour toute l'industrie électrique et ils indiquent avec certitude que les limites de la température qui peuvent être recommandées sont beaucoup plus larges que celles qui sont admises soit en Amérique, soit en Allemagne par les commissions techniques. Ces expériences ont démontré que la température de la partie la plus chaude des bobines ne dépasse que de 25° C la température moyenne de la bobine.

Il semble qu'il soit comparativement peu difficile d'établir des tensions types et que ces tensions choisies avec une variation de 10 0/0 en plus ou en moins pourraient être applicables à tous les cas qui se présentent dans la pratique en Angleterre et à toutes les machines adoptées comme types. Les basses pressions pour courants continu et alternatif mesurées aux bornes des abonnés doivent être de 110, 220, 440 et 500 volts. La tension de 380 volts peut être considérée comme la tension adoptée entre les principaux conducteurs ; dans un système triphasé avec fil neutre, la tension est de 220 volts entre les trois conducteurs et le neutre. Les hautes tensions pour courants alternatifs seront de 2200, 3300, 6600 et 11 000 volts mesurés aux bornes des génératrices. Les tensions primaires pour courants alternatifs avec transformation et mesurées aux bornes du transformateur seront de 2000, 3000, 6000 et 10 000 volts. Les tensions secondaires seront alors de 115, 230, 460 et 525 volts sans charge. Pour la traction, la tension du courant continu aux bornes des moteurs doit être de 500 volts.

La fréquence type pour les alternateurs sera de 50 périodes, mais lorsque les circonstances réclament une basse fréquence, on adoptera 25 périodes.

La commission exprime l'espoir de voir adopter toutes ces prescriptions dans les futures installations d'éclairage ou de force motrice. Parmi les autres questions examinées, on trouve celle des vitesses des moteurs. Bien qu'une détermination dans ce sens puisse paraître très désirable au point de vue des abonnés, le Comité a trouvé qu'il était très difficile de la résoudre. La vitesse est pratiquement déterminée par les conditions de fréquence et le nombre des pôles et l'on ne peut donner une liste des vitesses pour toute machine à courant continu ou alternatif. D'autres questions, telles que l'établissement d'un transformateur type, sont étudiées et attirent l'attention du Comité.

A. H. B.



LES CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES
EN ANGLETERRE

Le North Eastern Railway exploite depuis quelques semaines la section complète de lignes électriques dans les districts de Newcastle sur Tyne et de Tyneside et quelques portions de cette section depuis plusieurs mois déjà. M. Ridley, le président du conseil d'administration, déclare qu'au point de vue du trafic, l'adoption de la traction électrique a été très satisfaisante, mais que la nouveauté du système a soulevé quelques difficultés inconnues avec la traction à vapeur. Parmi celles-ci, on peut mentionner le cas de sécurité des employés et des voyageurs, quelques accidents mortels étant survenus par suite de décharges électriques reçues en traversant la voie où le troisième rail n'est pas protégé. La ligne du Lancashire à Yorkshire a eu également à déplorer quelques accidents semblables sur sa section électrique de Liverpool et Southport qui a été ouverte cette année. C'est pourquoi le Board of Trade a cru nécessaire d'ordonner une sérieuse enquête sur ce sujet, dans le but de voir s'il était possible de protéger d'une manière efficace les rails conducteurs. Plusieurs remèdes ont été proposés et, entre autres, celui du professeur J. Fleming qui assure que le troisième rail devrait être recouvert d'une enveloppe en T ou L renversée. Au sujet des lignes électriques tubulaires de Londres, il y a peu de faits remarquables à citer. La ligne du Great Northen and City fonctionne depuis six mois, mais le rapport relatif à cette exploitation montre que les recettes ont été moindres qu'auparavant. La ligne de Piccadilly-Brompton est encore en construction. L'installation des tunnels est avancée, mais il faudra encore un ou deux ans avant que la ligne ne soit ouverte au public.

Les lignes du métropolitain de Londres font beaucoup de progrès dans leur conversion en traction électrique et, en janvier prochain, quelques trains électriques pourront circuler non sur une section entière, mais de Ealing à Mansion House, dans la cité, dans le cercle intérieur. La station génératrice de Chelsea de la District C° qui coûtera 1 400 000 livres est achevée et 16 chaudières ont été essayées, les 48 autres sont à peu près montées. Tout est prêt, sauf les turbo-génératrices. Il y a environ 72 milles de câbles élongés sous les rues dans des conduites, depuis Lots Road jusqu'à Earl's Court d'où ils sont de là distribués sur la ligne. Plusieurs des sous-stations sont achevées également et quelques-unes sont prêtes à fonctionner. A l'ouest de Mansion House, sur la grande ligne principale, on a posé 7500 tonnes de rails conducteurs, 68 milles de câbles à haute tension; le système de signaux est achevé ainsi que le dépôt des voitures qui se trouve à Mill Hill Park et qui a coûté 70 000 livres. En plus des 420 voitures qui composent 60 trains, 280 autres ont été commandées sur le continent où les constructeurs ont fait des devis de 30 0/0 moins cher que les constructeurs anglais. On réalisera de ce chef des économies et on pourra ainsi faire l'achat de 140 voitures en plus.

Relativement au matériel de la Compagnie Metropolitan, la station génératrice est située à Neasden et les turbo-génératrices sont à l'essai. Les câbles et les rails conducteurs sont posés et la voie est achevée entre Baker Street et Uxbridge. Quelques sous-stations avec leurs convertisseurs rotatifs sont prêtes et 70 voitures construites en Angleterre ont déjà été transportées à Neasden. Depuis quelques semaines, le président du Conseil d'administration avec quelques directeurs des services de la Compagnie sont en Amérique dans le but de se documenter sur l'exploitation d'une ligne de chemin de fer électrique.

Le chemin de fer Londres-Tilbury Southend va être tranformé en traction électrique entre Bower et Barking, de telle sorte que cette section sera prête en même temps que les lignes du métropolitain. La Compagnie du Great Western Railway pousse avec activité l'équipement de sa station génératrice de Parc Royal ainsi que tous les travaux relatifs à la ligne Hammersmith and City.

Les directeurs du Great Eastern Railway ont de nouveau déclaré, qu'ils ne considéraient pas comme urgent de prendre une décision relativement à l'exploitation électrique, mais ils veulent attendre les résultats obtenus sur la section de Liverpool et Southport du chemin de fer du Lancashire et Yorkshire. La Compagnie Barry Railway vient de faire une enquête approfondie sur la traction électrique et étudié les lignes analogues du continent, mais elle en est arrivée à cette conclusion que, dans les conditions actuelles, l'application de la traction électrique aux chemins de fer avec un lourd trafic est impraticable.

On ne remarque pas plus d'empressement parmi les directeurs des autres chemins de fer anglais, à adopter la traction électrique, qu'il y a un an ou deux. Quelques-uns d'entre eux se bornent à expérimenter des voitures automotrices dans le but de diminuer les risques que leur font courir la concurrence des tramways à trolley.

A. H. B.

CHRONIQUE

La traction électrique au Caucase.

L'*Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger* signale une remarquable conférence, récemment faite à Saint-Pétersbourg, par M. G. O. Graftis, devant l'Association

électrotechnique russe, sur l'opportunité de doter les chemins de fer du Caucase de la traction électrique. La revue allemande analyse comme il suit cette conférence :

Avec le service électrique, les rampes d'une voie ferrée peuvent être plus rapides que là où on emploie la traction à la vapeur, sans que la ligne ait sa puissance de rendement diminuée. La traction électrique s'adapte donc tout particulièrement aux chemins de fer de montagne, surtout dans les pays où l'on peut transformer en courant l'énergie empruntée à des chutes d'eau. Le Caucase représente l'idéal dans ce genre, car cette contrée dispose de quantités considérables de houille blanche. Un grand nombre de rivières et de torrents, arrosant des bassins dont l'étendue varie entre 300 et 2000 km², y débitent jusqu'à 80 m³ d'eau à la seconde; on ne saurait donc rencontrer des conditions plus favorables. A propos des frais qu'occasionnerait l'établissement d'une ligne électrique longeant la côte rocheuse de la mer Noire, le conférencier a produit des chiffres empruntés au chemin de fer électrique italien Lecco-Sondrio-Chiavenna et au chemin de fer à vapeur de Vladikavkase. Il estime que l'établissement d'une station centrale, avec ses sous-stations et sa canalisation pour un courant triphasé de 30 000 volts, entraînerait une dépense de 25 millions de francs plus élevée que celle nécessaire pour l'organisation d'un service à vapeur. Par contre, en matière de frais d'exploitation, le service électrique, avec un mouvement moyen de voyageurs et de marchandises, donnerait une économie annuelle de 20 000 fr au kilomètre par rapport au système de traction à la vapeur. Il faut encore noter que, le service électrique admettant des rampes plus fortes, la construction de la voie reviendrait à un prix moindre que dans le cas d'un service à vapeur. A la suite de cette conférence, qui a démontré lumineusement les avantages de l'exploitation électrique dans un pays accidenté et coupé par de nombreux cours d'eau, l'Association électrotechnique russe a nommé une commission spéciale chargée de se livrer à des études plus approfondies sur la question. — G.

-∞-

Un nouveau modèle de cabine téléphonique.

L'*Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger* signale une cabine téléphonique publique d'un modèle tout nouveau, qui vient d'être mise en service dans le bureau central des Télégraphes de Vienne. Cette cabine consiste en une carcasse en fer complètement revêtue d'une substance spéciale, dite « pierre de tourbe », dont le nom indique la composition. On donne à la substance en question la forme de carreaux qui se fixent au moyen de mortier-stuc, sur des liteaux en bois; on en revêt tout l'espace vide de la cabine. La pierre de tourbe est excessivement légère et incombustible; elle a en outre la propriété de ne presque pas conduire les ondes sonores. La nouvelle cabine renferme un appareil téléphonique automatique. Si les essais démontrent qu'elle conserve à la longue les conditions exigibles d'une cabine téléphonique parfaitement silencieuse, l'administration autrichienne adoptera définitivement ce modèle. — G.

-∞-

L'industrie électrique autrichienne en 1903.

Le rapport annuel de la Chambre de commerce de la Basse-Autriche pour 1903, récemment paru, contient un exposé de l'Association électrotechnique de Vienne sur la marche générale des affaires des entreprises privées qui produisent du courant affecté à l'éclairage et à des distributions d'énergie. Nous empruntons à l'*Elektrotechnischer Anzeiger* l'analyse ci-après de cet exposé :

L'année 1903, particulièrement en ce qui concerne Vienne, peut être considérée comme remarquable. Elle doit son trait caractéristique principal à la concurrence qu'ont organisée, dans ces derniers temps, les usines municipales et qui a abouti à un compromis précédé de ruineuses réductions des prix et de procès. Malgré cette concurrence, les sociétés électriques privées ont su maintenir leurs exploitations dans un état prospère; elles ont même réalisé, au cours de 1903, des bénéfices plus élevés que ceux des années précédentes. L'emploi de la lumière électrique a gagné du terrain; on constate que ce mode d'éclairage tend à se généraliser de plus en plus, car, d'après les rapports des entreprises intéressées, le nombre des petits consommateurs s'est considérablement accru. Les usines de Vienne alimentent aujourd'hui, au total, environ 1 million de lampes à incandescence. Les mêmes usines ont en outre trouvé à exercer leur activité, dans une mesure satisfaisante, en distribuant de l'énergie destinée à actionner des moteurs. L'avenir semble devoir donner des résultats encore plus brillants, car l'on songe à doter le métropolitain de Vienne de la traction électrique. La question de l'introduction du service électrique sur les grandes voies ferrées demeure plus que jamais à l'ordre du jour; en effet, plusieurs projets paraissent s'être rapprochés de leur réalisation. Il y a lieu, notamment, de citer ceux de ces projets qui prévoient l'établissement de la traction électrique sur les chemins de fer de l'Arlberg, du Tauern et la construction d'une grande ligne, également électrique, entre Vienne et Presbourg. Dans la mise à exécution de ces divers projets, l'utilisation de l'énergie électrique doit jouer un rôle important. — G.

-∞-

La traction électrique sur le chemin de fer transsibérien.

M. le comte A.-F. Lubienski a récemment fai devant l'Association électrotechnique de Saint-Pétersbourg, à propos du chemin de fer transsibérien, une conférence au cours de laquelle il a parlé de l'introduction de la traction électrique, sur cette ligne, comme d'une innovation non seulement désirable, mais nécessaire. L'*Elektrotechnischer Neuigkeits Anzeiger* donne de cette conférence l'analyse ci-après :

Le mouvement des voyageurs et des marchandises sur le Transsibérien s'est accru dans des proportions telles, qu'il deviendra très prochainement nécessaire d'augmenter le nombre des trains, lequel est actuellement de 40 à 50 par jour. Malheureusement les trains en question, par suite de certaines conditions désavantageuses, telles que l'installation peu favorable de la ligne, la légèreté des rails employés et l'insuffisance de l'eau disponible, ne peuvent guère élever leur vitesse de marche. La dernière difficulté, celle résultant du manque d'eau, pourrait sans doute être éliminée par l'établissement de canalisations hydrauliques et la mise en service de locomotives plus puissantes; mais la transformation et le déplacement partiels de la ligne, ainsi que le remplacement des rails légers par des rails plus lourds, occasionneraient des dépenses importantes et absorberaient un laps de temps considérable.

Il serait donc plus rationnel et plus économique d'introduire la traction électrique au moins sur quelques sections de la ligne. Avec cette innovation, l'installation actuelle pourrait demeurer sans changement et, dans les courbes accentuées, on aurait la possibilité de marcher à une plus vive allure, car les essieux d'une locomotive électrique, chacun d'eux possédant son moteur, ne sont pas solidaires les uns des autres; d'autre part, les mêmes essieux, à la condition qu'on les porte à un nombre convenable, peuvent facilement franchir les rampes importantes. En outre, avec le service électrique la question de l'eau ne présente aucune importance particulière, car on pourrait installer des stations centrales sur les fleuves et les lacs rencontrés sur la ligne, à des distances de 100 à 200 km l'une de l'autre et distribuer l'énergie électrique, dans les deux directions, sous une tension allant jusqu'à 100 000 volts. Malgré les difficultés que l'on éprouverait pour se procurer l'outillage nécessaire et recruter un personnel possédant des connaissances techniques suffisantes, il serait plus avantageux d'introduire la traction électrique que de se livrer à une réfection de toute la ligne en vue de faire face à l'accroissement du trafic. — G.

Les installations électriques à haute tension de Lima (Pérou).

Nous empruntons à l'*Elektrotechnische Zeitschrift* les détails ci-après sur les deux installations électriques à haute tension qui alimentent Lima et qui présentent certains traits intéressants :

On rencontre une usine centrale construite sur le Rimac, un torrent impétueux qui descend de la chaîne des Andes et qui, à Chosica, à 40 km de Lima, tombe d'une assez grande hauteur dans une gorge large de 15 m. Au-dessus de cette chute on a élevé, dans le lit du cours d'eau, une digue de laquelle se détache un canal pratiqué dans le roc. En raison des grandes quantités de galets et de sable qu'entraîne le Rimac, on a donné à ce canal une pente de 1 : 2. Le canal en question, d'une longueur de 240 m, débouche dans un réservoir très profond et pourvu de dispositifs spéciaux pour arrêter les sables et les galets entraînés par le courant. L'eau emmagasinée dans ce réservoir est amenée aux turbines par deux conduites en fer, chacune de 600 m de longueur et de 1,5 m de diamètre. La hauteur de chute utilisée est de 46,5 m. L'usine, construite en pierre, occupe une superficie de 12×60 m; indépendamment de la salle des machines, elle comporte un local clos et rendu incombustible où se trouvent logés les appareils de haute tension. La même usine renferme actuellement quatre groupes électrogènes en service. Chaque groupe se compose d'une roue Pelton et d'une génératrice, sortant des ateliers de la Compagnie « General Electric », et donnant du courant triphasé sous 2300 volts. Trois de ces groupes ont chacun une puissance de 1000 ch; le quatrième 1500 ch; l'excitation est fournie par des dynamos indépendantes actionnées par des turbines spéciales. Aux barres collectrices de basse tension sont reliés des transformateurs à huile, pourvus d'une réfrigération hydraulique, qui élèvent la tension à 33 500 volts. La canalisation, jusqu'à Lima, consiste en deux circuits indépendants l'un de l'autre, mais portés par les mêmes poteaux en bois. A Lima, la tension est ramenée à 2300 volts.

En parallèle avec la ligne de transport fonctionne l'ancienne installation hydraulique et à vapeur de Lima. Dans cette dernière, on rencontre un réservoir qui alimente, au moyen d'une conduite de refoulement, deux turbines horizontales Mc Cormick. Ces dernières turbines actionnent chacune un générateur fourni par la Compagnie « General Electric » et donnant du courant triphasé sous 3000 volts. On dispose, comme réserve, de machines à vapeur d'une puissance de 2000 ch, dont les chaudières sont chauffées avec du pétrole brut recueilli dans le pays.

L'énergie électrique fournie par les deux stations centrales précitées est affectée à l'éclairage et à la traction. Pour le service des deux chemins de fer d'intérêt local qui aboutissent à Lima, on a construit deux sous-stations, l'une située à Miraflores, à 9,6 km de Lima, et l'autre à La Leguna, à mi-chemin entre Lima et Callao. Le courant affecté à la traction a sa tension élevée, à Lima, de 2300 à 10 000 volts, puis abaissée, dans les sous-stations ci-dessus, à 430 volts. Chaque sous-station renferme deux convertisseurs à six phases, chacun d'une puissance de 300 kw. En outre du courant affecté à l'éclairage public et privé de Lima, les deux usines distribuent encore à peu près 1000 ch à des tissages et à d'autres établissements industriels. — G.

École Bréguet.

Au commencement du mois d'octobre prochain s'ouvrira à Paris une école d'électricité théorique et pratique, 81 et 83, rue Falguière. Cet institut électrotechnique prendra l'élève au début des études scientifiques pour le conduire d'une façon rationnelle aux connaissances multiples nécessaires au technicien dans la pratique industrielle. La durée des cours sera de quatre années, des diplômes d'électrotechniciens seront accordés après la troisième et après la quatrième année. Cet institut, qui acceptera les internes, se fonde avec *l'appui très bienveillant* des pouvoirs publics et des notabilités scientifiques et industrielles. Il est destiné à remplir une place laissée vide dans l'éducation industrielle nationale.

Groupes électrogènes actionnés par des turbines à vapeur.

Les applications des groupes électrogènes système Brown-Boveri-Parsons continuent à se multiplier rapidement en France. Aux installations que nous avons déjà signalées à nos lecteurs, nous pouvons ajouter :

La Compagnie du gaz de Montluçon : 1 turbo-dynamo à courant continu de 100 kw, 250-280 volts;

La Société biterroise de force et lumière : 1 turbo-alternateur de 330 kw, 1500 volts;

La Société d'éclairage, chauffage et force motrice par le gaz à Paris, pour la commande électrique de ses manutentions : 3 turbo-dynamos de 400 kw, 500 volts;

La Compagnie des nouvelles machines élévatoires de Marly : 1 turbo-alternateur de 300 kw, 3000 volts.

Comme on le voit, les Compagnies gazières ne sont pas les dernières à adopter le nouveau moteur. — De K.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

Paris. — L. De Soye et fils, impr., 18, r. des Fossés S.-Jacques.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 717 24 Septembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.*

LA LOCOMOTIVE INDUSTRIELLE

Bien que l'air comprimé ne puisse être transmis économiquement à de grandes distances, son emploi s'est répandu dans les mines et dans les grandes usines aussi bien pour la commande de certains outils que pour la traction.

chacun leur place suivant les circonstances locales qui peuvent seules déterminer le choix de l'ingénieur.

Au point de vue de l'encombrement, la locomotive électrique a un léger avantage et la transmission électrique est sans aucun doute d'un rendement plus avantageux. Si, d'un côté, l'air comprimé est d'un emploi généralement indispensable pour la ventilation des mines, la

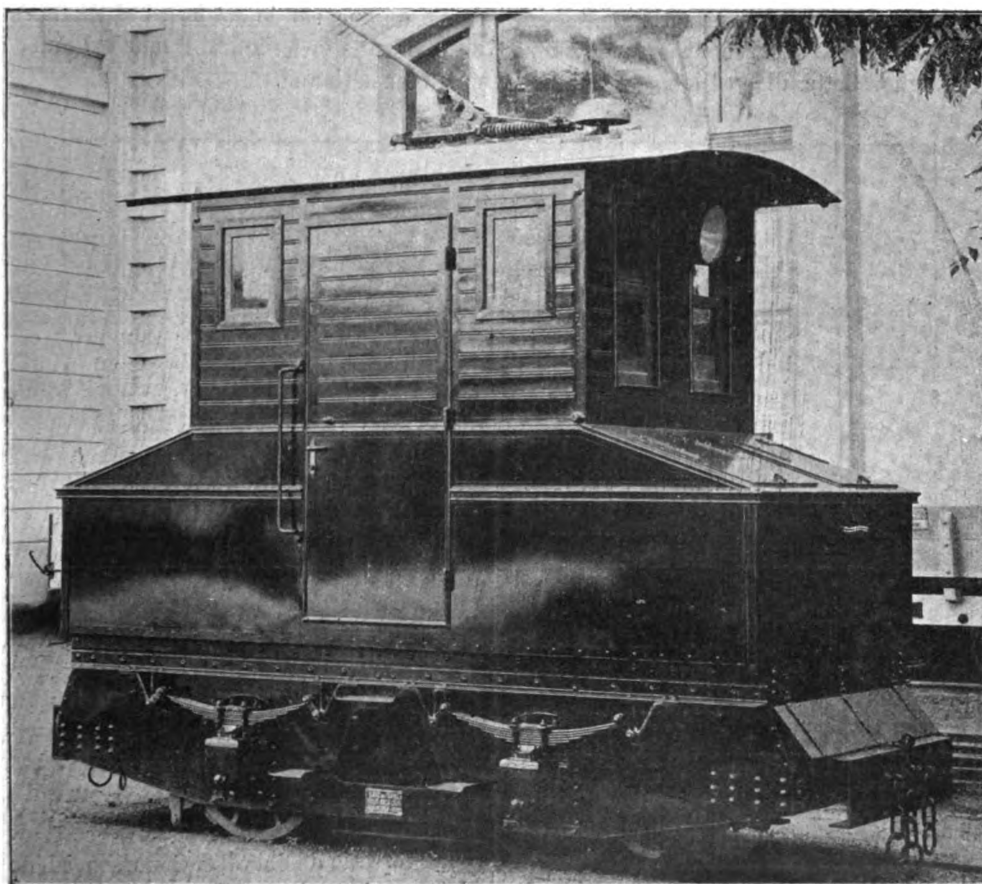


Fig. 1. — Locomotive électrique, modèle Baldwin.

canalisation électrique est aussi nécessaire pour l'éclairage des galeries; de telle sorte que les deux canalisations, air comprimé et électricité, peuvent exister à la fois. L'économie d'un système sur l'autre peut donc tenir parfois au plus ou moins de généralisation de son emploi.

Cette préférence est justifiée en particulier dans les usines et dans certaines industries par la grande sécurité que présente son emploi et par l'utilisation de l'air comprimé pour l'aération. En outre, d'après les spécialistes, les machines de ce type sont plus flexibles, leur marche est plus certaine et elles sont plus faciles à aménager dans toutes les parties des mines.

Néanmoins, la locomotive électrique à accumulateurs se développe parallèlement et elle semble avoir sur les locomotives à trolley la même supériorité que la machine à air comprimé, bien que la dépense d'entretien soit plus élevée. Bien entendu, les deux systèmes ont

La vitesse des locomotives industrielles est rarement supérieure à 12 km à l'heure, vitesse pour laquelle on doit obtenir la puissance maximum. L'effort de traction est très variable puisqu'il dépend à la fois du profil de la ligne, des courbes et de l'état du matériel roulant; toutefois on peut dire que cet effort varie entre 10 et 40 kg par tonne totale remorquée; la dernière

valeur n'étant atteinte qu'exceptionnellement avec un matériel usé.

Les locomotives à accumulateurs sont de deux types principaux : l'un dans lequel la batterie est placée sur la locomotive elle-même; l'autre où cette batterie est portée par une voiture spéciale.

Dans beaucoup de cas, les locomotives à accumulateurs sont munies d'une perche de trolley et des connexions nécessaires pour pouvoir prendre le courant sur une ligne aérienne, tandis que la batterie est chargée en même temps sur cette ligne. Cette disposition est avantageuse dans tous les cas où la voie que suit la locomotive sur une partie de son parcours suit une ligne de trolley.

Dans beaucoup d'installations, tant en Europe qu'en Amérique, on a employé avec succès sur des lignes à voie étroite de petites locomotives électriques. C'est ce type qui est utilisé à la sucrerie de Schottwiz près Breslau; de même dans une autre sucrerie, celle de Grœnentrisk à Oosterhout près Breda, en Hollande, où la voie à 60 cm de largeur et une longeur de 2,5 km. Dans cette dernière usine le coût total de l'installation, comprenant dynamos, locomotives et accessoires, a atteint 17 000 florins; une seule locomotive transporte en 7 heures 175 tonnes en utilisant 24 wagons chargés dont 12 sont remorqués à la fois. Le moteur de la locomotive est de 16 ch.

MM. Hannart frères, à Wasquehal, utilisent aussi une ligne à voie étroite de 60 cm dans leur usine pour transporter 100 tonnes de charbon en 10 heures et faire les autres transports de l'usine.

Deux locomotives électriques de 20 ch chacune sont employées dans les montagnes du Harz pour transporter 2000 m³ de minerai de plomb par jour sur une ligne ayant une voie de 75 cm et une rampe de 2 pour cent; la longueur de cette ligne est de 3,4 km. Les moteurs sont de 330 volts et le courant leur est amené par une ligne aérienne.

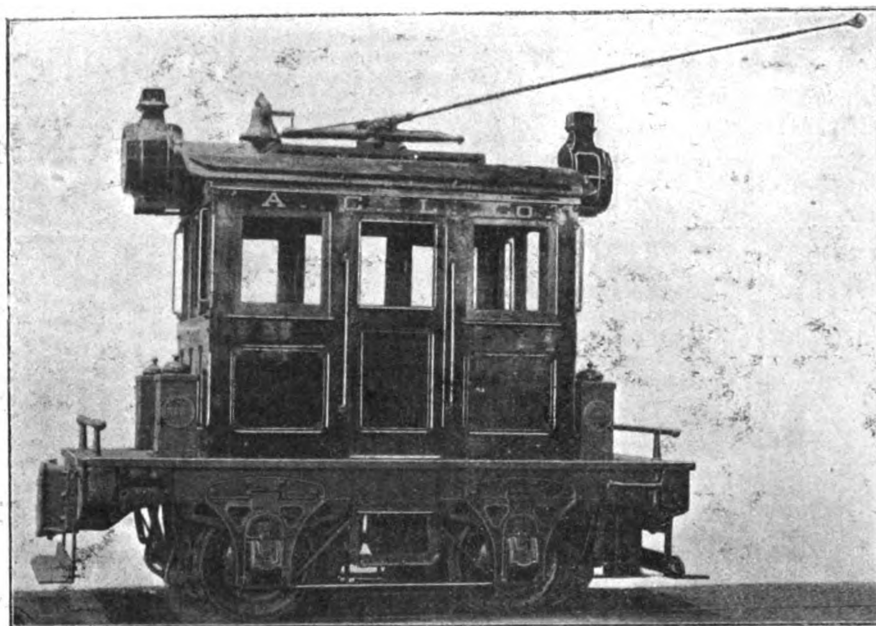


Fig. 2. — Locomotive électrique, modèle Ganz et Cie.

La verrerie de Schott et Genossen, à Iéna, emploie aussi une locomotive électrique qui a déjà rendu d'énormes services.

La figure 1 montre une locomotive industrielle américaine construite par les ateliers Baldwin pour la Atlantic Coast Lumber C°; cette machine est du type à trolley; elle est équipée avec deux moteurs de 220 volts. L'écartement des roues est de 1,40 m environ. La locomotive pèse 17 350 kg; sa longueur totale est de 3,90 m, sa hauteur 3 m et sa largeur 2,25 m. Les roues motrices ont 75 cm de diamètre.

La figure 2 représente une locomotive électrique hongroise équipée pour trolley à courant continu. Cette machine a été construite par la maison Ganz et Cie de Budapest.

Frank C. Perkins.

CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES

POUR HAUTES TENSIONS

COMMUNICATION FAITE A LA SECTION DE NAPLES DE L'ASSOCIATION ÉLECTROTECHNIQUE ITALIENNE

Sous ce titre, j'ai eu déjà l'honneur de présenter deux notes préliminaires sur les condensateurs industriels : l'une au premier Congrès national d'électricité, tenu à Côme en 1899, et l'autre au dernier Congrès international d'électricité à Paris en 1900 (1).

Dans ces communications je faisais connaître mes premières recherches et les essais industriels que j'avais effectués; j'annonçais que j'allais les continuer d'une manière plus complète. Pour tenir la promesse faite à cette époque, je me crois obligé de rendre compte de ces nouveaux essais, quoiqu'il me soit pénible d'avouer que les résultats obtenus n'ont pas entièrement justifié mes premières prévisions.

Je ne veux point dire pour cela que le sujet présente moins d'intérêt, parce que, au point de vue pratique, beaucoup d'industries encore dans la voie des tâtonnements, ont pu profiter d'une manière inespérée des essais effectués par les premiers expérimentateurs, quoique les résultats obtenus n'aient pas toujours été heureux, l'exemple ainsi donné ayant suscité de nouvelles recherches beaucoup plus fécondes. Au point de vue abstrait, on doit toujours faire connaître exactement la valeur scientifique des recherches entreprises, même lorsqu'elles n'ont pas été l'objet d'une sanction pratique dans les applications directes. C'est pourquoi, si pour pouvoir effectuer de longues et patientes recherches, l'inventeur doit avoir recours à l'aide de l'initiative privée, le mérite d'avoir fait de grands sacrifices pour arriver à un résultat modeste n'en est que plus grand pour celui qui l'a aidé. A ce point de vue, je suis heureux de remercier publiquement les frères Tedeschi de Turin pour l'aide très efficace qu'ils m'ont offert; non seulement, ils ont fait la dépense de tous les brevets, mais ils ont donné à tous mes essais industriels le développement que permettaient les ressources de leurs usines. Par leur très grand désintéressement, ils se sont acquis les plus hauts titres à ma reconnaissance.

(1) Voir *Congrès international d'électricité*, Paris, 1900, p. 183 et 411.

Si, par les moyens dont nous disposons, nous n'avons pas encore réussi jusqu'à présent à vaincre toutes les difficultés inhérentes à la fabrication des condensateurs industriels pour hautes tensions, nous ne devons pas pour cela considérer comme inutiles nos premiers essais, puisque les condensateurs de notre système ont l'avantage de présenter des propriétés diélectriques et une plus grande résistance d'isolement que tous les autres appareils analogues que l'on trouve actuellement dans le commerce.

Les difficultés éprouvées jusqu'à présent seront-elles surmontées? Pourra-t-on les tourner par un artifice quelconque, de manière à rendre nos condensateurs aptes à fonctionner d'une manière continue et pratique sur les circuits à haute tension? C'est ce qu'il serait prématuré aujourd'hui de discuter, car seules de nouvelles expériences permettront de se prononcer en connaissance de cause.

***

Procédés antérieurs de fabrication des condensateurs à haute tension. — Sans vouloir examiner ici les nombreuses applications particulières que les condensateurs électriques sont susceptibles de recevoir dans les installations à courant alternatif, puisque de nombreux auteurs ont traité cette question dans ces dernières années (1), il ne sera pourtant pas hors de propos de rappeler succinctement l'état de cette industrie au moment où nous avons commencé nos premières recherches, ainsi que les grandes difficultés inhérentes à la fabrication d'appareils pouvant supporter de hautes tensions.

Dans mon étude précédente sur l'emploi des condensateurs dans les transmissions d'énergie électrique à courants alternatifs et sur leur fabrication industrielle (2), j'ai examiné en détail les principales substances employées dans la construction de ces appareils en signalant leurs propriétés diélectriques et l'économie plus ou moins grande que leur emploi présentait, lorsque les condensateurs dans la constitution desquels elles entraient devaient supporter les hautes tensions que l'on utilise maintenant. Au point de vue de la résistance d'isolement, de la rapidité de polarisation, des faibles pertes d'énergie se produisant à l'intérieur du condensateur et de la facilité d'obtenir la capacité voulue

(1) Voir W. von Bisicz, Anwendung und Zukunft der Kondensatoren in der Wechselstromtechnik. — Berlin 1903.

(2) Annuario del R. Museo industriale di Torino, 1899.

avec le minimum de diélectrique, les substances employées peuvent être classées dans l'ordre suivant : le mica, la paraffine, l'ébonite, la gutta-percha, le pétrole et le verre.

Le mica est employé par presque tous les constructeurs de petits condensateurs de précision, à cause de son pouvoir diélectrique élevé et de sa grande résistance d'isolement et aussi parce que les phénomènes de polarisation lente et d'hystérésis diélectrique qu'il présente sont très faibles. Mais les lames de mica que l'on peut se procurer dans le commerce sont de dimensions limitées et contiennent des impuretés qui les rendent impropres à cet usage particulier; en outre, leur prix trop élevé en exclut absolument l'emploi dans les appareils industriels. M. Bradley en a essayé sans succès l'utilisation pour cette application spéciale.

Pour la même raison, MM. Hutin et Leblanc ont abandonné l'emploi de l'ébonite, quoique cette substance se prête parfaitement à la fabrication de feuilles homogènes de grandes dimensions et que ses propriétés diélectriques soient excellentes.

Le verre a été employé par Jablochkoff, Lehmann et Mengarini; mais ce corps possède une conductivité relativement grande et se polarise très lentement; il donne lieu, en outre, à de grandes pertes d'énergie à l'intérieur du condensateur.

M. Swinburne, en Angleterre, a été le premier à mettre dans le commerce des condensateurs de capacité notable et véritablement industriels, pouvant supporter des tensions de quelques milliers de volts. Comme isolant, il emploie un papier spécial, solide comme du parchemin et appelé *butter skin*. Ce papier est desséché pendant longtemps à la température de 100°, puis privé d'air sous la cloche d'une machine pneumatique et imprégné d'huile de paraffine. Cette substance spéciale, utilisée plus tard avec certaines modifications par la maison Granz de Budapest, a des propriétés diélectriques très imparfaites; ainsi que je l'ai montré dans une courte note (1), sa résistance d'isolement diminue considérablement à mesure que l'air pénètre graduellement dans les pores de la feuille.

La gutta-percha pure n'est guère employée que pour la fabrication des câbles isolés qui présentent souvent de grandes capacités; cette substance présente une polarisation très lente et donne lieu à de grandes pertes d'énergie.

La maison Ganz a essayé d'utiliser des fibres végétales. MM. Berthoud, Borel de Cortaillod (Suisse) construisent aussi des condensateurs de petite capacité, pouvant supporter de hautes tensions, en utilisant comme diélectrique plusieurs couches alternées de jute et de papier imprégnés à chaud d'un mélange qui paraît composé d'huile de lin et de poix-résine. Toutes ces matières isolantes ayant une structure non homogène ont, comme l'isolant de M. Swinburne, des propriétés diélectriques très imparfaites.

La plupart des condensateurs industriels pour moyennes et hautes tensions sont encore aujourd'hui construits avec des substances isolantes appartenant à la famille des paraffines. La majeure partie des constructeurs, ne disposant pas d'un procédé convenable pour préparer cette substance sous forme de plaques minces et homogènes, ont encore recours à l'emploi du papier paraffiné.

Dans ma note déjà citée, j'ai montré que des condensateurs à papier paraffiné, préparés avec les soins convenables et à une température suffisamment élevée, pouvaient avoir des propriétés diélectriques assez bonnes. MM. Berthoud-Borel construisent ainsi des condensateurs pour basses tensions qui sont d'un prix peu élevé; MM. Hutin et Leblanc en ont établi qui pouvaient supporter jusqu'à 2500 volts; MM. Bedell, Hoor, Threlfall, Muirhead, Szweticz, Willyoug, Stanley et Kelly ainsi que d'autres ont construit et essayé des condensateurs à papier paraffiné qui sont très économiques et conviennent parfaitement aux applications ordinaires pour des tensions modérées. Toutefois la présence du papier présente de graves inconvénients aux tensions plus élevées.

M. Tesla a essayé de fabriquer des condensateurs industriels pour hautes tensions en plaçant les armatures métalliques dans un récipient privé d'air dans lequel il coulait de la paraffine. Des appareils analogues ont été construits par le professeur Weber de Zurich et autres sans que ces condensateurs aient réalisé le but poursuivi. Le professeur Kleiner n'a pas obtenu de meilleurs résultats en appliquant par fusion une couche de paraffine sur des lames métalliques. Les méthodes ordinaires employées pour couler la paraffine ne permettent pas, sans d'énormes difficultés, d'enlever complètement l'air et les autres impuretés qui diminuent considérablement le pouvoir isolant du diélectrique; d'un autre côté, il n'est pas possible de

(1) Misura assoluta della capacita di condensatori mediante corrente alternata, *L'Elettricita*, 1896.

détacher la feuille isolante de la lame métallique sans la détériorer.

A ma connaissance il n'existe pas actuellement de condensateurs d'assez grande capacité dont on puisse garantir le fonctionnement continu sous une tension alternative de plusieurs milliers de volts.

Nouveau système de condensateurs. — Les considérations qui précèdent et celles qui ont été indiquées ailleurs m'ont amené à essayer de construire des condensateurs dans lesquels j'ai utilisé des substances isolantes de la famille des paraffines.

Après une première série d'essais, j'ai cru devoir abandonner l'emploi de la paraffine ordinaire, ayant constaté que la cérésine blanche du commerce (constituée par un mélange d'hydrocarbures appartenant à la famille des paraffines) était, sans aucun doute, préférable tant au point de vue de ses qualités mécaniques que de ses propriétés diélectriques. Tandis que la paraffine ordinaire entre en fusion à une température dépassant à peine 40° et que déjà à une température sensiblement inférieure elle a perdu en grande partie sa rigidité mécanique et son pouvoir isolant, la cérésine purifiée que l'on trouve dans le commerce a un point de fusion dépassant 70° et, à la température ordinaire, se laisse travailler beaucoup plus facilement. Malheureusement, le prix de la cérésine est d'autant plus élevé qu'elle est plus pure et que son point de fusion est plus haut et ces qualités font que son prix atteint presque le double de celui de la paraffine; c'est là un point important au point de vue économique dans la fabrication des condensateurs. Pourtant, ce n'est point là une considération au-dessus de laquelle on ne puisse se placer, car, dans beaucoup de cas, elle doit s'effacer devant l'intérêt qu'il y a à obtenir des appareils d'un fonctionnement beaucoup plus sûr. Il y a lieu aussi de remarquer que dans de nombreuses usines électriques, la température ambiante, pendant l'été, dépasse celle du point de fusion de la paraffine; d'autre part, à une température moins élevée, la cérésine n'a pas une résistivité et un pouvoir inducteur moindres que ceux de la paraffine et ne donne pas lieu à de plus grandes pertes d'énergie par suite des phénomènes d'hystérésis diélectrique.

Voulant complètement abandonner l'emploi du papier paraffiné et de tout autre mélange de substances isolantes, mes premières recherches ont eu naturellement pour objet d'arriver à trouver un procédé de fusion permettant d'obtenir des feuilles de cérésine pure ayant certaines dimensions tout en étant aussi homogènes que possible. Les essais effectués pour fabriquer des feuilles de cérésine de forme appropriée, à l'aide de procédés mécaniques, ont été décrits sommairement dans la première de mes notes déjà citée. Quant aux méthodes ordinaires de fusion sur une lame métallique, même lorsque cette dernière aurait été parfaitement nettoyée et mise bien de niveau, je n'en crois pas l'emploi possible dans une fabrication industrielle. Après l'insuccès des procédés mécaniques, n'ayant aucune confiance dans les méthodes de fusion déjà connues, j'ai été amené, en 1889, à imaginer un nouveau procédé qui constitue, à mon avis, un grand perfectionnement, à tel point que la maison Tedeschi n'a pas hésité à le faire breveter sous mon nom dans les différents pays.

Nos brevets sont relatifs à un procédé général de fabrication de plaques minces, à faces exactement parallèles et de structure parfaitement homogène, procédé qui s'applique également à n'importe quelle substance facilement fusible. Ce procédé consiste à couler la matière fondue sur un bain liquide de densité convenable et maintenu à une certaine température. La densité du liquide doit être naturellement plus grande que celle de la substance liquéfiée que l'on veut couler et sa température doit être maintenue à seulement quelques degrés au dessous du point de solidification de la substance coulée, afin que cette dernière ne se solidifie pas trop rapidement.

Je m'étais proposé de fabriquer, d'après ce procédé, des feuilles isolantes pour condensateurs, formées d'un mélange de paraffine et de cérésine dont le point de fusion variait entre 40° et 75° environ. La densité de ces mélanges différait peu de celle de l'eau. Pour recevoir ce mélange fondu, afin de fabriquer les feuilles, j'ai utilisé avec grand avantage un bain liquide de mercure qui a une densité égale à treize fois celle de l'eau et qui n'entre en ébullition qu'à 350°. Il était très facile de maintenir la masse liquide à la température voulue en la plaçant dans un vase à double fond et en y faisant circuler un courant d'eau chaude dont le débit était réglé extérieurement à l'aide de robinets. La cérésine fondue dans un autre vase est d'abord soigneusement filtrée, puis coulée dans un récipient de capacité déterminée sans qu'il y ait à craindre qu'elle commence à se solidifier trop rapidement.

La couche liquide, coulée ensuite sur le bain

de mercure, se solidifie lentement et donne une feuille ayant ses faces planes exactement parallèles, résultat qu'aucun des procédés connus jusqu'à présent n'avait permis d'obtenir.

Le mercure métallique, s'il est convenablement traité, conserve presque indéfiniment une surface parfaitement nette et peut servir, sans pertes sensibles et sans nouvelle opération de nettoyage, pour couler un nombre presque illimité de feuilles. La seule précaution à prendre est de ne pas verser la substance fondue sur le mercure à une température trop élevée qui pourrait provoquer une oxydation superficielle du métal et lui faire subir à elle-même une dissociation partielle; d'autre part, il ne faut pas la couler à une température trop basse pour éviter une solidification trop rapide de la feuille, parce qu'il pourrait se produire des stries sur sa face inférieure par suite des mouvements du liquide, le bain de mercure n'étant pas encore à l'état de repos.

Un très court apprentissage suffit pour donner à un ouvrier l'habileté et la sûreté nécessaires pour manœuvrer l'appareil servant à fabriquer les plaques et il peut arriver sans difficulté à produire, dans une journée, une centaine de plaques très régulières. Il suffit, à cet effet, dès que les feuilles sont solidifiées et alors qu'elles sont encore chaudes, de les détacher des bords du vase à l'aide d'un couteau et d'éviter, pendant qu'elles continuent à refroidir, de leur faire subir une distension qui pourrait les détériorer. Lorsque leur consistance est suffisante et même avant qu'elles n'aient acquis une rigidité complète, on les saisit, par les bords, avec la main, en prenant de grandes précautions et, à l'aide d'une pince en bois appropriée, on les soulève doucement de la surface du bain pour les placer sur une lame de verre. On les laisse ainsi jusqu'à refroidissement complet, après les avoir d'abord calibrées exactement.

Lorsque les feuilles sont complètement refroidies, elles sont parfaitement uniformes et l'on peut, lors des opérations successives, les empiler et les manipuler avec la plus grande facilité.

Le vase à double fond utilisé pour la fabrication de ces feuilles a une surface d'environ 20 dcm ² et permet d'obtenir dans ces dimensions des feuilles ayant depuis 0,5 jusqu'à plusieurs millimètres d'épaisseur. Les feuilles les plus minces sont naturellement les plus fragiles; les plus épaisses ont une surface moins polie à cause de la lenteur du refroidissement; du reste, elles ne sont plus utilisées dans la construction des condensateurs.

Les feuilles d'une épaisseur de 1 mm, lorsqu'elles sont parfaitement homogènes, supportent pendant peu de temps, sans être perforées par l'étincelle disruptive, des tensions qui atteignent 30 000 ou 35 000 volts; celles de 2 mm peuvent supporter 50 000 volts. C'est ainsi que les feuilles de 1 mm, utilisées dans nos premiers modèles de condensateurs pour des tensions de 3000 à 5000 volts, ont été essayées pendant 20 secondes à 17 000 volts. Au début, on en rejetait de 20 à 25 0/0 et ce déchet s'est réduit ensuite à 10 ou 15 0/0, lorsqu'on a eu perfectionné le procédé de coulage. Les feuilles de 2 mm, essayées à 38 000-40 000 volts ont donné un déchet encore plus faible et elles ont été utilisées pour la construction de condensateurs pouvant supporter 10 000 volts.

L. Lombardi,
Professeur.

LE RECORDER ÉLECTRO-CAPILLAIRE
ORLING-ARMSTRONG

Cet appareil, que nous avons signalé lors de son apparition comme relai électro-capillaire (1), a été depuis tout à fait mis au point et, appliqué récemment à l'enregistrement photographique des signaux reçus par les câbles télégraphiques, il a donné des résultats excellents que sa grande sensibilité permettait de prévoir.

La figure 1 représente la section verticale d'une forme de recorder dont nous empruntons la description à l'*Electrical Review*.

Le principe de l'appareil est le même que celui du relai électro-capillaire, c'est-à-dire que c'est celui de l'électromètre Lippmann qui consiste, comme on sait, dans la modification de la tension capillaire à la surface du mercure au contact de l'eau acidulée, lorsqu'une différence de potentiel est établie entre les deux liquides.

Dans le relai, l'écoulement du mercure qui résulte de cette différence de potentiel est utilisé pour actionner directement un mécanisme ou pour fermer un circuit électrique produisant le même travail.

Dans le recorder, le mercure ne s'écoule pas du tube capillaire, mais monte ou descend dans ce tube suivant le sens de la différence du potentiel.

Le tube T de la figure ci-dessous a son extrémité capillaire recourbée horizontalement dans le récipient inférieur qui contient l'eau acidulée. La surface de conctact, c'est-à-dire l'extrémité de la colonne de mercure, est réglée de façon à se trouver

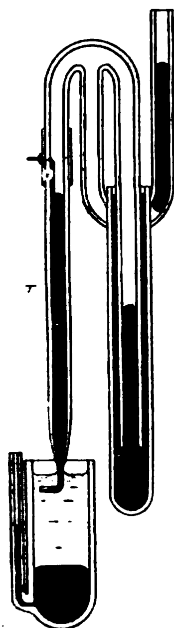
(1) Voir l'*Electricien*, 2e série, t. XXIII, 1902, p. 25.

normalement au milieu de cette portion horizontale du tube capillaire.

Le courant est amené au mercure du tube par un fil de platine soudé dans le verre et à l'eau acidulée par une certaine quantité de mercure placée au fond du récipient.

Quand on fait passer un courant, la colonne capillaire se déplace soit vers le haut, soit vers le bas suivant la polarité et projette l'image agrandie de l'extrémité de cette colonne sur un papier sensible; on obtient ainsi des épreuves représentant les signaux.

Les autres tubes montrés sur la figure sont utilisés pour le réglage de la position de la colonne capillaire; mais cet ajustage est fait une fois pour toutes et la colonne revient au zéro ou position d'équilibre dès que la différence de potentiel n'existe plus entre les deux liquides.



Pratiquement le recorder Orling-Armstrong semble destiné à se substituer au syphon recorder. La sensibilité est très grande et il suffit d'un très faible courant pour le faire fonctionner. Avec une différence de potentiel de 0,35 volt travaillant sur un mégohm on obtient des déplacements très suffisants. Cette propriété rend son emploi particulièrement intéressant pour l'enregistrement des dépêches par câble sous-marin.

Les expériences faites au Post Office sur des lignes mixtes aériennes et souterraines ont également donné de bons résultats.

Le recorder peut aussi être utilisé en télégraphie sans fil en série avec un cohéreur ordinaire.

Ces appareils peuvent être montés en parallèle en grand nombre sans que leur rendement individuel soit affecté.

On peut, à l'aide du recorder, enregistrer les vibrations d'un diapason transmises par un récepteur téléphonique. Cette expérience montre la sensibilité de l'appareil et peut permettre de prévoir d'autres applications.

A. B.

LES AVARIES

DANS LE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Dans son rapport, relatif aux accidents survenus aux machines électriques en 1903 et à leurs causes, M. Michael Longridge ingénieur en chef de la Engine Boiler and Employer's Liability Insurance C°, attire l'attention sur ce fait que les propriétaires de petites machines et moteurs, qui n'ont pas de connaissances techniques, demandent trop souvent les inspecteurs de la compagnie dès qu'il survient quelque chose d'anormal. Le plus souvent, pour faire cesser l'incident, il suffit de régler un balai, de nettoyer un contact ou d'assujettir une vis. Cet état de chose a amené la Compagnie à fixer des droits d'abonnement pour des inspections périodiques et des droits d'assurance plus élevés que ceux qui avaient été fixés jusqu'alors. Pour une raison différente, c'est-à-dire par suite d'une très grande proportion d'accidents réels, des additions considérables ont été ajoutées aux primes d'assurances fixées pour les moteurs actionnant des haveuses dans les mines de charbon. Les moteurs de cette espèce sont soumis à un travail très dur et la moyenne des accidents annuels est ordinairement de un sur deux. Les moteurs actionnant les ascenseurs, les scies, les machines-outils dans les ateliers de constructions, fonderies ou chantiers maritimes sont également sujets à des avaries graves et fréquentes. Puis, dit M. Longridge, viennent les moteurs des grues et enfin, comme ayant le minimum de risques, les dynamos à éclairage placées dans des salles convenables et sèches et conduites par des ouvriers soigneux et dressés à ce travail. La construction de la plupart de ces machines permet le remplacement facile d'un conducteur de l'induit, quand il brûle, mais, dans d'autres, tout l'enroulement doit être enlevé. Dans les nouvelles machines, les bobines non détériorées et enlevées dans le but de remplacer celles qui sont endommagées peuvent être replacées sans inconvénient; mais, dans les anciennes machines, l'isolant tombe dès que l'on y touche et il faut procéder au remplacement total de l'induit.

C'est pourquoi il faut bien faire remarquer que ceux qui auront à assurer du matériel ancien auront à payer une prime beaucoup plus élevée. M. Longridge classe comme il suit les accidents annuels :

	Dynamos	Moteurs
Induits ou rotors.	62 0/0	50,5 0/0
Inducteurs ou stators. . .	12,5	11,5
Commutateurs ou balais. .	17	14,5
Divers.	8,5	8,5
Appareils de commutation.	»	15

CAUSES DU DOMMAGE

	Dynamos	Moteurs
Accidents fortuits. . . .	14 0/0	12 0/0
Poussières.	10	15,5
Usure.	24	19,5
Mauvais fonctionnement.	17,5	18
Surcharge.	3,5	5,5
Non déterminés. . . .	31	29,5

A.-H. B.

INSTALLATION
DES STATIONS CENTRALES
D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
(*Suite*) (1).

II. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Emplacement de la station génératrice. — Comme il s'agit dans cette étude d'une station génératrice destinée à distribuer de l'énergie électrique, il est absolument nécessaire, lors du choix de l'emplacement à lui affecter, de choisir un terrain d'un prix peu élevé et de surface assez grande pour pouvoir permettre de futurs agrandissements. Il est également désirable, autant que possible, d'édifier les bâtiments de la station au centre du terrain, afin que l'on puisse facilement faire partir les câbles de transmission dans toutes les directions, plutôt que de placer la station à l'une des extrémités du terrain; toutefois, on peut ne pas s'arrêter à cette considération lorsque l'on juge qu'il est plus économique de choisir un autre emplacement pour faciliter l'arrivée des matières premières nécessaires telles que charbon, gaz perdus des hauts fourneaux, eau ou matériel.

Disposition générale des bâtiments. — Les bâtiments nécessaires pour constituer une grande station génératrice destinée à distribuer l'énergie électrique sont :

1° Bâtiment principal ou usine génératrice proprement dite,

2° Bâtiment pour les tableaux de distribution (2),

3° Bureaux,

4° Ateliers de réparations et magasins.

Ces divers bâtiments sont fréquemment groupés dans l'usine même et, quoique cette disposition soit plus économique, elle paraît en contradiction avec le principe de la subdivision.

Lorsque la force motrice est produite par la vapeur et afin d'éviter des pertes excessives dans les conduites de vapeur, la chaufferie est placée à côté de la salle des machines. Les bureaux, magasins et ateliers de réparations devraient, d'après les auteurs, être placés en dehors de l'usine génératrice. Cela présenterait le grand avantage de permettre d'édifier un bâtiment spécial moins soigneusement construit que l'usine et d'éviter en outre les risques d'incendie. Toutefois, les emplacements respectifs à attribuer à l'usine et à ses dépendances demandent une étude complète à cause de l'éventualité des extensions futures de l'usine génératrice. Avant de prendre une décision à ce sujet, il convient d'examiner soigneusement les points suivants :

a) Facilité d'agrandissement des dépendances de l'usine,

b) Facilité de transport des machines et appareils du magasin aux ateliers de réparation et de ces deux locaux à l'usine génératrice,

c) Livraison des marchandises au magasin,

d) Emplacement par rapport à l'entrée principale de la station,

e) Services extérieurs que les dépendances de l'usine pourraient être appelées à assurer indépendamment des services de la station.

Au début de la construction de la station, on peut commencer par édifier les dépendances : ateliers de réparations, magasins, voies de chemin de fer avant de construire l'usine génératrice proprement dite. On peut ainsi réaliser de notables économies en ce qui concerne les frais de construction du bâtiment principal. Les figures 3 et 4 donnent les plans des stations centrales de *Neptune Bank* et de *Carville* (1).

Unification complète du matériel générateur. — En ce qui concerne l'installation de l'usine génératrice, la tendance actuelle est

(1) Voir l'*Electricien* n° 714, 3 septembre 1904, p. 146; n° 715, 10 septembre 1904, p. 168 et n° 716, 17 septembre 1904, p. 178.

(2) Quelques ingénieurs préfèrent placer le tableau de distribution dans un local complètement séparé et les auteurs sont partisans de cette manière de faire, surtout lorsque le nombre des feeders est de beaucoup supérieur au nombre de génératrices. Une solution encore plus radicale serait de construire un bâtiment spécial pour le tableau de distribution. La décision à prendre à ce sujet dépend surtout des conditions locales, de l'étendue du système de distribution et de l'importance de la station par rapport à l'ensemble de l'installation totale.

(1) Il est à remarquer, en ce qui concerne la station de Carville :

a) Que les bureaux, magasins et ateliers sont complètement séparés du bâtiment principal ainsi que de la sous-station du *North Eastern Railway;*

b) Que des communications faciles ont été ménagées entre les bureaux, la galerie du tableau de distribution et la sous-station à l'aide de passerelles couvertes;

c) Des voies ferrées ont été établies entre les magasins, les ateliers et le bâtiment principal;

d) Un pont roulant dessert les magasins et les ateliers de réparation;

e) Des voies ferrées et des chemins ordinaires desservent les magasins;

f) Les magasins, les bureaux et l'entrée principale de la station sont munis de pendules actionnées par une horloge régulateur.

Les ateliers de Carville ont été diposés et aménagés pour centraliser tous les travaux de construction et de réparation nécessaires aux diverses usines de la Compagnie de Newcastle.

d'unifier entièrement le matériel; cela ne veut point dire qu'il ne faut avoir qu'un seul groupe générateur, mais bien une série de deux ou plusieurs groupes électrogènes avec leurs chaudières et appareils accessoires.

Dans les grandes stations centrales, on tend aujourd'hui et cela avec grand avantage à rendre indépendants les divers groupes en service, les seuls points qui leur soient communs étant les suivants :

1° les voies ferrées ou autres dispositifs pour amener le combustible aux chaudières;

2° la canalisation d'eau fournie par un cours d'eau ou par d'autres sources;

3° les barres du tableau de distribution.

En réalité, le projet d'une grande station centrale peut être établi, avec avantages, de manière que la chaufferie, les canalisations de vapeur, le matériel générateur et le tableau de distribution soient entièrement subdivisés en unités indépendantes. L'emploi de groupes électrogènes de grande puissance a contribué beaucoup, dans les stations centrales construites dernièrement, à adopter le système d'unités indépendantes, c'est-à-dire de puissants groupes électrogènes pourvus de leurs chaudières et appareils auxiliaires et constituant un ensemble complet normalement indépendant des autres.

Emploi des charpentes en fer pour la construction de l'usine génératrice. — Relativement au système de construction du bâtiment de l'usine, on n'a à tenir compte que de la nécessité de réduire au minimum les frais de construction, puisque, pratiquement, le mode de construction n'a aucune relation avec la question de la continuité de la fourniture de courant et avec celle des frais d'exploitation. Dans ces conditions, le système de construction à adopter ne peut être considéré qu'au point de vue d'un abri destiné à protéger le matériel générateur et on peut donc construire le bâtiment aussi économiquement que possible. Une charpente en fer est ce qui convient le mieux; quant aux matériaux à employer pour garnir la carcasse en fer du bâtiment, il faut essentiellement qu'ils soient imperméables et quant au choix de leur nature, cela dépend de la solidité de la charpente en fer; on peut utiliser la brique, le béton ou la tôle ondulée, cette dernière se prê-

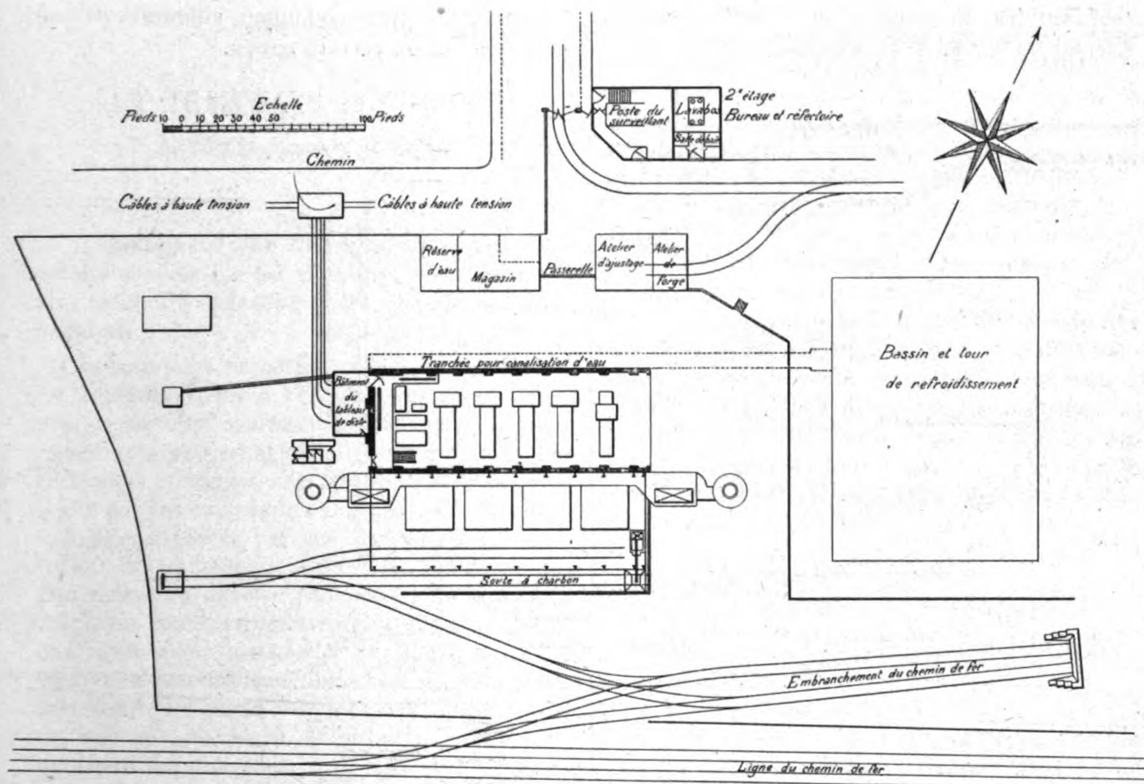


Fig. 3. — Plan de la station génératrice de Neptune Bank de la Cie *Newcastle Upon Tyne Electric Supply.*

tant facilement à toutes modifications ultérieures (1).

Les bâtiments de l'usine doivent se composer :

1° De la chaufferie ou du bâtiment dans lequel on produit le gaz, bâtiment auquel, dans les deux cas, le charbon doit être distribué ;

2° De la salle des machines renfermant les moteurs, les génératrices et les appareils auxiliaires ;

3° De la galerie du tableau de distribution ou d'un bâtiment séparé affecté à cet usage où se trouvent les instruments de contrôle et d'où partent les câbles de la distribution.

ment construite parallèlement au même axe, mais sur le côté opposé à celui où se trouve le tableau. La chaufferie doit être disposée pour contenir la quantité de charbon nécessaire au service et pour assurer le service de l'enlèvement des cendres ; il faut aussi prévoir la construction de soutes à charbon permettant d'emmagasiner une réserve assez importante qui serait utilisée dans le cas où, par suite d'un événement imprévu, la station ne recevrait pas ses approvisionnements habituels et serait obligée de s'approvisionner ailleurs, ce qui demanderait un certain temps.

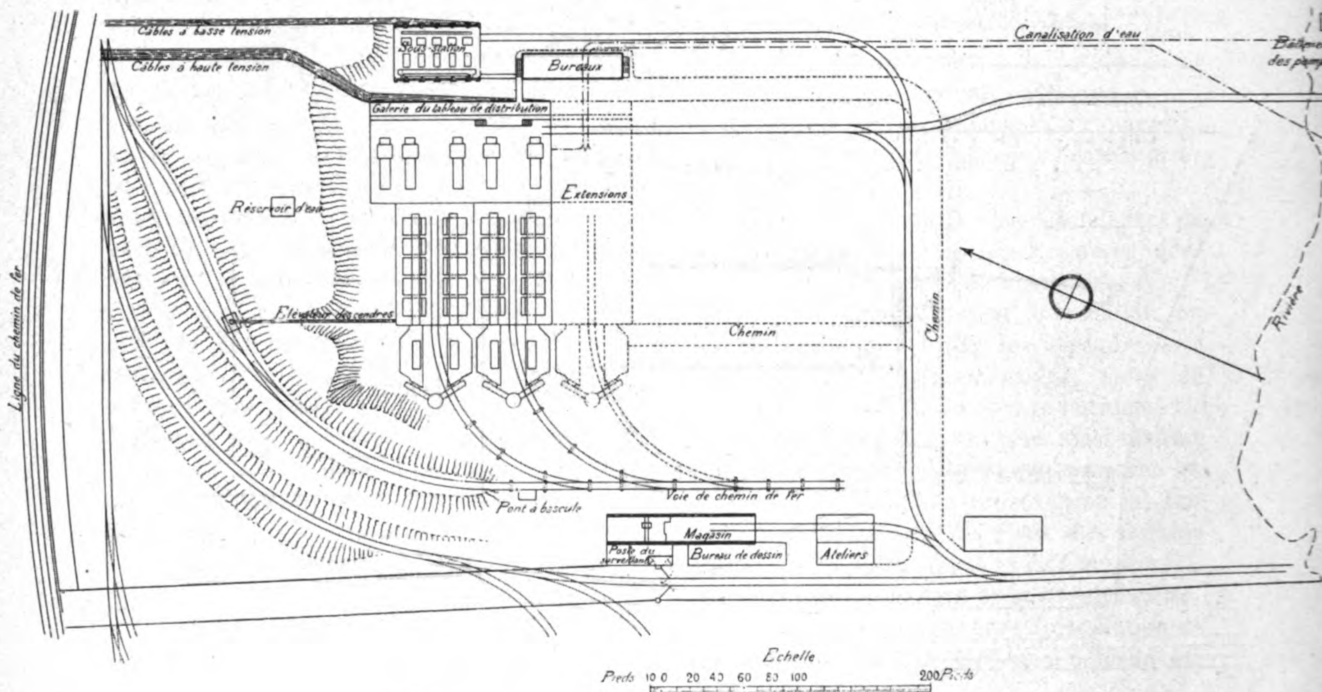


Fig. 4. — Plan de la station génératrice de Carville de la Cie *Newcastle Upon Tyne Electric Supply.*

Emplacement relatif des chaudières, des machines et du tableau de distribution. — Afin que l'on puisse ultérieurement agrandir systématiquement l'ensemble de l'usine, lorsque des extensions deviendront nécessaires, la galerie du tableau de distribution doit être placée parallèlement à l'axe de la salle des machines (2) et la chaufferie, égale-

Pour que les canalisations de vapeur aient la plus faible longueur possible, il est indispensable que les chaudières soient montées en face des moteurs qu'elles doivent normalement alimenter. Pour les mêmes raisons, les moteurs doivent avoir leurs condenseurs installés à côté d'eux ; les condenseurs, à leur tour, doivent être reliés directement avec les conduites d'eau.

En ce qui concerne l'installation électrique,

(1) Il faudrait préalablement s'assurer que l'emploi des tôles ondulées permettrait d'effectuer ultérieurement des modifications importantes dans le bâtiment avec le minimum de dépenses et aussi si leur emploi n'offrirait pas des inconvénients par suite des conditions climatériques de l'endroit où est située l'usine.

(2) Cette disposition est à recommander, que le tableau de distribution soit ou non installé dans un bâtiment spécial. Une objection capitale s'oppose à ce que le tableau soit placé à une des extrémités de la salle des machines ; c'est la concentration de tous les câbles aboutissant au tableau et l'impossibilité d'éviter qu'ils ne se croisent ; en outre, la largeur limitée du bâtiment empêcherait tout agrandissement du tableau.

les panneaux du tableau de distribution affectés aux génératrices doivent être, autant que possible, placés en face d'elles.

En résumé, l'ensemble de l'installation doit être étudié de manière à éviter les croisements et à donner aux diverses conduites d'eau et de vapeur ainsi qu'aux câbles la plus faible longueur possible et la liaison la plus directe.

MERZ et MC LELLAN.

(*A suivre.*)

LES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

DES GRANDES VILLES D'ASIE

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* donne les détails ci-après sur les tramways électriques que l'on rencontre dans les grandes villes du continent asiatique :

Ces tramways ne correspondent ni à la densité de la population ni à l'étendue des centres desservis. Six villes seulement possèdent des réseaux importants et véritablement rémunérateurs. Les tramways asiatiques ont été presque tous construits par des compagnies anglaises; ils sont administrés et exploités par des Européens qui bénéficient de traitements élevés; les indigènes que l'on rencontre dans le personnel subalterne sont employés comme conducteurs et chauffeurs, avec des rétributions mensuelles variant entre 15 et 70 francs. Les trains se composent d'automotrices fermées de 1re classe réservées aux Européens, et de voitures d'attelage découvertes affectées au transport des indigènes.

Le tramway de Bombay, le premier qui ait été construit en Asie, possède encore la traction animale, mais on est à la veille de le doter de la traction électrique. — La ville de Madras possède une petite ligne électrique, établie par la compagnie « Electric Construction » de Londres. — Les tramways électriques de Calcutta, construits en 1902 par la maison Dick, Kerr et Cie de Londres, comptent 64 km de voie avec 150 voitures en service. La compagnie exploitante paye un dividende de 7 pour 100 sur son capital-actions qui s'élève à environ 19 millions de francs. Les frais d'exploitation n'absorbent que 50 pour 100 de la recette. — A Colombo (Ceylan) le tramway électrique, d'environ 13 km de développement, a été construit par une entreprise de Londres également; l'outillage électrique provient des ateliers de la compagnie anglaise Thomson-Houston. — A Mandalay (Birmanie) on doit prochainement mettre en service une ligne de tramway de 20 km, construite par la maison Dick, Kerr et Cie. On utilisera du bois comme combustible, car le charbon revient à un prix trop élevé (environ 35 francs par tonne). — A Rangoon (Birmanie), dès expiration de la concession aujourd'hui en vigueur, la traction à vapeur actuelle sera remplacée par la traction électrique. — Le plus ancien tramway électrique d'Asie est celui de Bangkok (Siam). Il a été construit, il y a douze ans, sur l'initiative d'une société danoise, par une maison américaine. — A Singapore, un tramway d'environ 45 km est présentement en cours de construction. Il sera desservi par 70 voitures. Les rails reposent sur des traverses en béton. — La maison Dick, Kerr et Cie construit, en outre, en ce moment, le tramway électrique de Hongkong, qui doit longer la côte sur un parcours de 20 km. — A Shanghaï, la concession d'un tramway électrique a été accordée depuis plus d'un an déjà, mais les travaux de construction n'ont pas encore été commencés. — Pékin possède un petit tramway électrique, installé par la maison Siemens et Halske de Berlin. — A Séoul (Corée) on rencontre un tramway électrique construit par des Américains.

Les constructeurs anglais ont passé, avec les municipalités intéressées, des traités valables pour des périodes de trente et quarante-deux ans. A l'expiration de ces concessions, les municipalités pourront reprendre l'exploitation à leur propre compte, moyennant versement d'un prix d'achat fixé d'après le rendement moyen des trois ou cinq dernières années. — G.

GRUE ÉLECTRIQUE DE 50 TONNES

MM. Stockert et Pitt ont construit pour la London and South Western Railway Co une grue électrique de 50 tonnes.

L'équipement électrique de cette grue a été fourni par l'Allgemeine Elektricitats-Gesellschaft de Berlin et comprend deux moteurs de 50 ch pour l'élévation, un de 80 ch pour commander le rayon d'action de la grue; un de 25 ch pour l'orientation et enfin un de 50 ch pour le déplacement.

Avec un rayon d'action de 26 m, la grue doit pouvoir soulever 50 tonnes. Ce rayon correspond à une inclinaison du bras de la grue de 22° avec l'horizontale. On a fait d'ailleurs l'essai avec le bras horizontal sous une charge de 70 tonnes. L'engrenage de manœuvre du bras est très puissant et permet de faire cette manœuvre avec la charge maximum suspendue.

Le rayon d'action de cette grue peut varier entre 14 et 26 m. Dans la première position, le bras fait un angle de 15° avec la verticale et dans l'autre de 22° avec l'horizontale, comme nous avons vu plus haut.

Les principales dimensions de cette grue sont

les suivantes : écartement des roues du chariot : 7,65 m; hauteur du sommet du chariot au-dessus du sol : 4,50 m; diamètre de la plaque tournante : 7,65 m; dimension, en largeur et longueur, du chariot carré : 9 m; longueur du bras : 25,50 m; hauteur totale à l'angle minimum d'inclinaison du bras : 30,90 m; hauteur totale à l'angle maximun d'inclinaison du bras : 18 m; hauteur de la plaque tournante : 6,90 m; hauteur du poste de commande : 16,80 m.

La cabine de la grue est divisée en trois parties; à l'arrière se trouvent les cabestans d'élévation et de commande du bras avec leurs moteurs; au centre, les mécanismes d'orientation et de déplacement avec leurs moteurs, combinateurs et résistances; enfin, dans la partie d'avant de la cabine, qui est surélevée, se tient le conducteur qui a à sa disposition tous les leviers de commande pour les différents mouvements. La position de cette dernière partie de la cabine permet au conducteur de voir dans toutes les directions.

Le courant à la tension de 480 volts est amené des boites de connexion placées dans le sol par un câble souple jusqu'à une boîte de jonction installée à l'intérieur du chariot, d'où il est conduit par des câbles ordinaires à l'axe de la grue qui est creux; la partie supérieure de cet axe porte un collecteur à bague. La distribution du courant aux divers moteurs se fait du tableau placé dans la cabine par des circuits séparés pour chaque moteur et chaque combinateur.

Tous les moteurs sont du type série courant continu.

Des freins magnétiques à solénoïdes sont installés sur les moteurs d'élévation de la charge et de commande du bras; ils sont suppléés au besoin par des freins à pied.

La grue est pourvue, en outre, de tous les perfectionnements mécaniques. Son poids total est de 250 tonnes auquel il faut ajouter les 70 tonnes de contrepoids. Avec la charge maximum de 50 tonnes, le poids global s'élève donc à 375 tonnes environ.

(*Electrician de Londres.*) [A. B.

STÉRILISATION ÉLECTRIQUE DU LAIT

La stérilisation du lait, écrit notre confrère le *Scientific American* dans son numéro du 16 juillet 1904, est un problème qui fut un jour regardé comme résolu mais qui, actuellement, se discute sérieusement. La presse technique a, pendant plusieurs années, vulgarisé les transformations profondes que la chaleur fait subir aux éléments nutritifs du lait. En réalité, pour stériliser le lait et assurer sa conservation presque indéfinie, il est nécessaire de prolonger l'action du feu pendant un temps considérable. L'ébullition, en effet, même prolongée, ne détruit pas tous les germes et, en pratique, il est nécessaire d'atteindre une température de 120° et de prolonger l'opération pendant vingt minutes dans des vases clos pour obtenir un résultat. Rien d'étonnant qu'un tel traitement fasse subir au lait de profondes transformations. C'est surtout chez les enfants, par suite des troubles gastriques qu'il leur occasionne, que l'on reconnait le caractère indigeste du lait ainsi traité. En outre, on remarque chez les enfants nourris au lait stérilisé une tendance au rachitisme due, semble-t-il, au manque de phosphore. La cause véritable de ces anomalies a été trouvée depuis quelques mois seulement. Un chimiste très expérimenté a récemment présenté à l'Académie des sciences de Paris une étude extrêmement intéressante à ce sujet, appuyée d'une longue série d'expériences. De cette étude, il résulte que dans le lait stérilisé par le feu, la lécythine, l'élément précieux qui fournit à l'organisme le phosphore nécessaire à son développement normal, se transforme et devient peu propre à l'absorption par l'estomac, spécialement par celui des enfants. Quoique, d'une part, ils ne souhaitent que d'écarter l'emploi le lait ainsi stérilisé, les disciples d'Esculape mettent, d'autre part, les mères en garde contre les germes de tuberculose insidieusement cachés dans le lait qui n'a pas passé par le stérilisateur. Le problème qui se pose est donc celui ci : comment tuer les microbes du lait sans altérer la composition de ce dernier. Quelques efforts ont été faits pour résoudre ce problème. Diverses voies ont été suivies. L'ozone a été employé à plusieurs reprises à cause de ses propriétés bactéricides. On a essayé aussi l'eau oxygénée qui est un désinfectant énergique, mais les résultats pratiques ne semblent pas suffisamment encourageants pour garantir l'emploi de cette substance. On a aussi essayé, pour opérer la destruction des germes sans élever trop la température, de saturer partiellement le lait d'oxygène. Il est probable que c'est dans ce sens que la persévérance des expérimentateurs résoudra quelque jour le problème de la stérilisation du lait. En désespoir de cause, ne sachant plus à quel saint se vouer, d'aucuns ont demandé à l'électricité de faire pour le lait un de ces nombreux miracles dont seule elle est capable. Les recherches faites jusqu'à ce jour, spécialement en Italie, n'ont cependant pas donné ce qu'on en attendait. Néanmoins, M. Guarini et le docteur Samarani viennent de résoudre le problème à Bruxelles après de longues et nombreuses recherches. Ils ont, non seulement réussi à stériliser électriquement le lait, mais aussi expliqué pourquoi leurs prédécesseurs n'ont pu atteindre les mêmes résultats qu'eux. Le courant alternatif, aussi bien que le courant continu, ont été employés, mais les insuccès firent

conclure que le problème était insoluble par l'électricité. Telle ne fut pourtant pas l'opinion de MM. Guarini et Samarani lorsqu'ils reprirent la question, car il était évident, a *priori*, que les expérimentateurs n'avaient pas fait leurs essais avec une science suffisante des phénomènes dont ils se réclamaient. En fait, pour les expériences à courant continu, ils employèrent le courant de quelques piles ou le courant à haute tension d'une machine statique. Si l'on considère que les effets mortels du courant électrique ne sont pas dus à la tension, mais à l'intensité du courant?, on comprend que les effets cherchés ne pouvaient s'obtenir ni dans l'un, ni dans l'autre cas. Dans le cas des piles, la tension était trop faible pour permettre à un courant d'intensité suffisante de traverser le lait, étant donnée la grande résistance de ce dernier. Dans le second cas, la tension était suffisante mais l'intensité était négligeable, comme c'est le cas général dans les machines statiques. Dans le but de vérifier la chose, MM. Guarini et Samarani, après avoir repris l'expérience avec les mêmes résultats négatifs rendirent le fait plus frappant en remplaçant les microbes nageant dans le lait par de petits poissons nageant dans de l'eau. Ils trouvèrent que ces animaux ne manifestaient aucun malaise sous l'effet du courant. Les expérimentateurs employèrent alors un courant continu atteignant jusqu'à 170 volts et élevèrent l'intensité à 5 ampères. En prenant un peu de lait à quelque distance des électrodes au moyen de pipettes, ils trouvèrent que ce lait était parfaitement stérilisé et pouvait se conserver. Malheureusement, une autre difficulté se présentait : le lait se caillait en commençant par les couches les plus voisines des électrodes. En procédant sur des poissons dans l'eau, ces animaux furent naturellement parfaitement électrocutés. En employant des électrodes spéciales avec un courant d'eau, les coagulations étaient fortement diminuées et presque imperceptibles. Les expérimentateurs, néanmoins, abandonnèrent le courant continu pour le courant alternatif. Ils répétèrent d'abord l'expérience de leurs prédécesseurs en employant une bobine de Ruhmkorff. Le lait ne fut pas stérilisé et les poissons ne reçurent qu'une faible secousse. MM. Guarini et Samarani employèrent alors le courant alternatif à 110 volts avec électrodes de charbon. Le lait fut parfaitement stérilisé lorsque l'intensité du courant fut suffisante et aucune coagulation ne se produisit lorsque la fréquence était suffisamment élevée. On pourrait supposer qu'il serait avantageux d'ajouter au lait certaines substances de nature à le rendre plus conducteur; les expérimentateurs ont constaté qu'il n'en était rien et que, dans ce cas, le courant devait être beaucoup plus fort. Ils mirent ce fait en évidence en traitant électriquement certains poissons dans l'eau douce et dans l'eau salée. Dans le second cas, il fallut une intensité de courant beaucoup plus grande pour tuer l'animal que dans le premier, parce que la plus grande partie du courant traversait le liquide et non le corps de l'organisme vivant.

De ces quelques très intéressantes expériences, on peut conclure que pour opérer la stérilisation électrique du lait, les trois conditions suivantes doivent être réalisées :

1° Le lait doit être traversé par un courant alternatif et de fréquence suffisante pour prévenir la décomposition du liquide;

2° L'intensité du courant doit être suffisante pour détruire les microbes;

3° Le courant alternatif doit être d'une tension suffisamment élevée pour surmonter la résistance assez élevée du lait.

Si l'on ne dispose que d'un courant alternatif à basse tension, on peut ajouter au lait un sel ou un acide pour le rendre plus conducteur. Dans ce cas, il faudrait un courant de beaucoup plus grande intensité et des substances capables d'être éliminées dans la suite sans altérer la qualité du lait.

Quant à l'applicaiion pratique du procédé, l'appareil à employer est très simple. Il consiste en baquet en matière isolante et deux électrodes de charbon platiné. Par exemple, deux facteurs interviennent évidemment, la durée de l'opération et l'intensité du courant. Comme l'emploi de l'électricité se généralise chaque jour davantage, il se peut que le procédé se répande vu qu'il assure la stérilisation absolue et n'altère en rien le lait.

A TRAVERS LES BREVETS

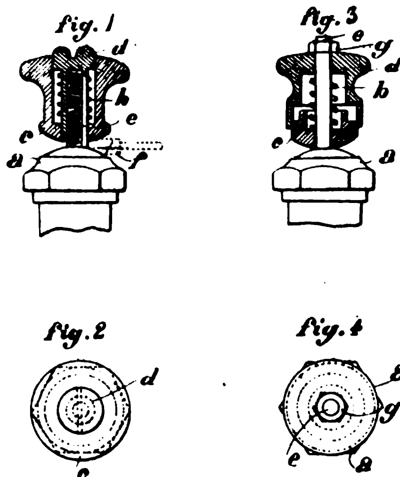
341.457. — Société Janser, Jäggie et Cᵉ. — **Borne d'attache des conducteurs pour machines et appareils électriques.**

La présente invention est relative à un système de borne d'attache des conducteurs pour machines et appareils électriques tels que bougies d'allumage, accumulateurs, bobines d'induction, dynamos, etc.

Les figures 1 et 2, du dessin ci-dessous d'une part, et les figures 3 et 4 d'autre part, représentent, à titre d'exemple, respectivement, deux formes d'exécution de l'invention.

Dans la forme d'exécution représentée dans la figure 1 et 2, la bobine comprend une pince fixe *a* et une pince *c* rendue mobile au moyen d'un écrou muni d'un ressort à boudin. *b*. La pince *c* peut se déplacer sur la douille *d* formant un écrou vissé sur une tige filetée *e* portée par la pince fixe *a*. En vissant plus ou moins la douille sur la vis, on règle la tension du ressort *b*. Les parties en regard des pinces *a* et *c* entre lesquelles se

trouvera serrée l'extrémité du fil *f* en forme de fourche sont conformés en segments sphériques qui se logent dans des dépressions correspondantes de l'extrémité *f* du fil et retiennent ainsi ce dernier. Dans la forme d'exécution des figures 3 et 4, la pince mobile, sur laquelle on peut agir au moyen d'une vis *e* est mobile sur cette vis laquelle est portée par la pince fixe a. Sur cette vis, on peut élever ou abaisser la douille *d* formant écrou pour régler la tension du ressort à boudin *b*; tout déserrage intempestif de la douille étant empêché par un contre-écrou *g*. La douille *g* s'emmanche sur la pince *c* et sert de guidage à cette dernière. Les deux parties en regard des pinces fixe et mo-



bile, pourraient recevoir une configuration telle qu'indiquée sur le dessin; il n'est pas davantage indispensable que l'extrémité du conducteur que l'on veut serrer entre les deux pinces soit disposée en forme de fourche.

Communiqué par l'office Henri Boettcher pour la prise et l'obtention des brevets d'Invention en tous pays, 14, boulevard Saint-Martin, Paris.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 8 AOUT 1904

M. Mascart présente une note de M. A.-B. Chauveau *sur la deperdition de l'électricité dans l'air, observée au sommet de la tour Eiffel, pendant l'orage du 4 août.* M. Chauveau a constaté, d'une part, une déperdition extrêmement rapide de l'électricité positive et, d'autre part, une déperdition négative à peu près normale et très faible par rapport à la première. En tenant compte de la pluie violente, l'hypothèse qui paraît la plus vraisemblable pour expliquer ces charges négatives considérables entraînées par l'air est de voir là un fait analogue au phénomène bien connu qui se produit dans le voisinage des chutes d'eau.

M. D. Tommasi adresse une note ayant pour titre ; *Remarques sur la dissolution électrolytique du platine dans l'acide chlorhydrique.*

SÉANCE DU 16 AOUT 1904.

Pas de communication relative à l'électricité.

SÉANCE DU 22 AOUT 1904

M. G. de Metz communique une note *sur l'inversion thermoélectrique et le point neutre.*

SÉANCE DU 29 AOUT 1904

M. Gaudry présente une note de M. Roche intitulée : *Observations sur la foudre en boule tombée à Autun le 16 juillet*, qu'il termine en disant qu'il semble que le paratonnerre soit sans action sur la foudre globulaire.

CHRONIQUE

Une grue électrique portant des charges de 150 tonnes.

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* donne les détails ci-après sur une grue électrique qui a été construite par la fabrique de machines de Benrath, en commun avec la Compagnie *Union Elektricitæts* de Berlin, et qui se trouve actuellement en service à Glasgow. Cette grue est destinée au chargement des navires. Elle possède deux bras-leviers portant chacun une caisse mobile qui reçoit les charges; un de ces bras mesure 45 m et l'autre 25,6 m. Les rails sur lesquels circule la grue en question se trouvent placés à une hauteur de 40 m. La rotation de la tourelle s'opère sous l'action d'un moteur à courant continu, d'une puissance de 18 ch, qui fait 350 tours par minute. Ce moteur est placé à la base de la tourelle et il agit, par l'intermédiaire d'une hélice, sur une roue dentée; il imprime une révolution complète à la tour en 10 minutes. L'ascension et l'avancement de la charge de 150 tonnes ont lieu à des allures de 1,52 m et de 7,3 m à la minute, respectivement. Chacune des deux caisses est pourvue de deux moteurs-élévateurs, chacun d'une puissance de 52 ch, qui font 530 tours par minute et fonctionnent sous 440 volts, ainsi que d'un moteur porteur de 16 ch faisant 600 tours par minute. La commande des sept moteurs s'opère, à partir de la cabine du mécanicien située sur un des bras-leviers, au moyen de six combinateurs, dont trois affectés à chaque bras; chaque groupe de deux combinateurs est commandé par une manette. Le courant est amené au tourillon creux de la tourelle et de là il parvient, grâce à des contacts de frottement, au tableau de distribution installé dans la cabine du mécanicien. Le long des bras se trouvent disposés 13 circuits bouclés pour les moteurs des caisses de chargement; quant au moteur de rotation, il utilise quatre anneaux collecteurs spéciaux fixés sur la tour. Lorsque l'on ne travaille qu'avec une seule caisse, l'autre caisse est mise hors circuit et elle doit être alors fixée tout à l'extrémité de son bras porteur, de manière à servir de contrepoids. Pour obtenir ce montage d'une façon absolument sûre, dans le circuit des moteurs et à l'extrémité des bras, on a installé des commutateurs spéciaux qui ne se trouvent fermés que si la caisse non utilisée occupe sa position normale

extrême. Ce n'est que quand ces disjoncteurs spéciaux sont fermés que les moteurs de l'autre caisse peuvent fonctionner. — G.

Besoins de l'Italie en appareils électriques.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* estime que les besoins de l'Italie, en appareils électriques, vont augmenter dans un prochain avenir et que les constructeurs trouveront bientôt, dans ce pays, un débouché d'une importance appréciable. La revue allemande est amenée à formuler cette opinion à la suite des informations qui lui sont parvenues sur les travaux actuellement projetés et qu'elle énumère comme il suit :

Une décision du gouvernement vient de prescrire la construction d'un certain nombre de lignes téléphoniques, savoir : Brescia-Bergame-Lecco, Crémone-Piacenza, Gênes-Pise-Livourne, Naples-Foggia-Barletta, Naples-Reggio-Messine. — De plus, le Conseil privé de Rome a en vue la construction d'un tramway électrique entre Rome et Civitá-Castellana. — La compagnie des chemins de fer de l'Adriatique se propose d'établir une ligne électrique se rendant de Chiasso à Côme et à Chiavenna. — Le Conseil municipal de Venise a décidé l'achat de bateaux à moteurs électriques. — Enfin, l'Inspection générale de Rome vient d'accorder à la compagnie des chemins de fer de l'Adriatique l'autorisation nécessaire pour l'achat de 150 batteries d'accumulateurs électriques. — G.

Conditions que doit réunir l'huile employée dans les transformateurs.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* publie, sur les conditions que doit réunir l'huile employée dans les transformateurs, une étude qui peut se résumer comme il suit :

L'examen préalable auquel il faut soumettre cette huile ne doit pas consister dans la détermination de sa résistance d'isolement, mais bien dans la mesure de la tension nécessaire pour faire éclater une étincelle au travers d'une colonne d'huile d'une longueur déterminée. Dans un récipient de 3 cm de diamètre et pouvant contenir un volume de 200 cm^3, on ménage un passage pour les étincelles et l'on mesure la tension sous laquelle les étincelles jaillissent. La profondeur à laquelle on dispose le passage réservé pour la formation des étincelles doit être fixée, dans les expériences, d'une manière invariable; on donne aux boules entre lesquelles éclatent ces étincelles un poli aussi parfait que possible. Les bulles d'eau ou d'air et les filaments éventuellement présents dans le liquide influencent considérablement le résultat des mesures. Pour déterminer le point d'inflammation de l'huile, on échauffe une certaine quantité de ce liquide, douze heures durant, dans un bain d'eau porté à 100° C et l'on détermine la perte par évaporation qui se produit pendant ce temps. Il importe que le point d'évaporation, attendu qu'il se rapproche beaucoup de celui d'inflammation, soit aussi élevé que possible. La présence de traces d'humidité compromet grandement la résistance offerte par l'huile au passage des étincelles; en effet, une quantité de 0,06 0/0 d'humidité abaisse cette résistance de moitié. Pour la détermination qualitative du contenu en eau, on ajoute à l'huile une petite quantité de sulfate de cuivre. Cette dernière substance, là où il n'existe pas d'eau, demeure d'un blanc pur, et elle ne se colore en bleu que si elle entre en contact avec de l'eau. L'huile de bonne qualité, destinée à trouver son emploi dans les transformateurs, doit remplir les conditions suivantes : 1° Elle doit être parfaitement pure et tirée du pétrole par une distillation fractionnée, sans traitement chimique ultérieur; 2° Elle ne doit pas avoir son point d'inflammation au-dessous de 180° ni brûler d'une façon continue au-dessous de 200° C; 3° Elle ne doit contenir ni alcali, ni humidité, ni acide; 4° Après avoir été chauffée huit heures durant, elle ne doit pas s'évaporer de plus de 0,2 0/0; 5° Elle doit avoir une fluidité aussi grande que possible et présenter une coloration d'un jaune-clair. — G.

Situation de l'industrie électrotechnique dans la Pologne russe.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* donne les détails ci-après sur la situation actuelle de l'industrie électrotechnique dans la Pologne russe :

Le mouvement de recul éprouvé par le commerce et l'industrie en général, par suite de la guerre russo-japonaise, fait sentir son influence sur le terrain de l'électrotechnique également. Les affaires sont peu actives. Dans Varsovie même, on n'a guère à enregistrer que des abonnements à l'usine centrale de la municipalité, laquelle a été inaugurée en 1904. Les entreprises qui, en raison de l'importance de leur consommation en électricité — hôtels, banques, ateliers photolithographiques, etc. — auraient intérêt à avoir leurs stations centrales à elles, se bornent à prendre un abonnement à l'usine municipale. De là un arrêt dans la vente des dynamos de petite et de moyenne puissance, ainsi que des appareils de distribution, etc. Les commandes du gouvernement sont presque nulles, en raison de la guerre; on se borne à exécuter les travaux déjà adjugés, tels que ceux concernant l'installation de l'éclairage électrique dans la gare de Brest, sur les tramways de la Vistule, etc. L'édification d'un nouveau bureau central des Postes, qui devait entraîner une importante commande d'appareils d'éclairage et de moteurs électriques, est ajournée. Cependant, malgré le caractère défavorable de la situation, plusieurs maisons nouvelles ont été établies, sans compter que des entreprises déjà existantes n'ont pas laissé de faire entrer l'industrie électrique également dans le cercle de leur activité première. Ces entreprises ont réussi à se procurer quelques commandes qui doivent aboutir à la construction d'installations électriques dans d'importantes exploitations agricoles privées. En province, par exemple à Lodz où la situation économique générale est très peu satisfaisante, on ne prévoit pas, pour le moment, de nouvelles constructions d'usines. Pourtant le tramway urbain et celui de la banlieue de Lodz doivent être prolongés encore en 1904. La création d'usines centrales à Wloclawek, Kielce, Siedlce et Plock, ainsi qu'à Lodz, semble avoir été ajournée. A Zduwka-Wola, on songe à installer un réseau pour l'éclairage électrique des rues. Le réseau téléphonique de la ville de Lodz est devenu la propriété de l'Etat, la concession de la compagnie Bell ayant pris fin. Les appareils Bell déjà en service continuent à être utilisés, mais l'administration russe des Postes, aujourd'hui chargée de l'exploitation de ce réseau téléphonique, les remplace, en cas de besoin, surtout par des appareils allemands. Ce sont des appareils de la même provenance que l'on établit dans

les postes des nouveaux abonnés. Parmi les entreprises électriques de création récente qui se rencontrent à Varsovie, il faut citer : la Société par actions Arthur Koppel, qui représente la Société centrale d'électricité de Moscou, organisée avec des capitaux français; la maison Kowalski et Trylski; le bureau technique Orion; la maison de M. C. Patzer, ingénieur. — G.

L'industrie électrique en Serbie.

L'*Elektrotechnischer-Anzeiger* donne les détails ci-après sur les installations électriques récemment établies ou projetées en Serbie :

A proximité de Tchatchak, une société par actions au capital de 500 000 fr a ouvert une usine centrale hydraulico-électrique alimentant l'éclairage de cette ville et des localités voisines; la même usine fournit de la force motrice à plusieurs moulins et fabriques. — On étudie présentement la construction d'un chemin de fer électrique entre Tchatchak, Milanovats et Kragonïévats. — La station centrale de Leskovats, qui assure l'éclairage électrique de cette ville, a acheté en Allemagne ses dynamos, ses moteurs, ses conducteurs. — L'industrie allemande a été également chargée de fournir l'outillage nécessaire pour une usine centrale qui doit desservir la poudrière de l'Etat d'Obilitchévo, ainsi qu'une dynamo destinée à une usine centrale qui est en cours de construction à Kraliévo. — A Valiévo, on vient d'aménager, pour l'éclairage de la ville, une station hydraulico-électrique; plusieurs maisons allemandes se sont partagé la fourniture de l'outillage, y compris la canalisation de cette dernière usine. — G.

L'industrie électrique en Angleterre.

L'industrie électrique en Angleterre n'a pas encore retrouvé l'état satisfaisant qui était si caractéristique il y a environ un an. D'après les plaintes que l'on entend s'élever à droite et à gauche, il semble résulter qu'au lieu d'un progrès, il y a plutôt tendance à un recul, ou tout au moins à une situation stagnante. Nous avons quelquefois parlé de la position acquise par les municipalités qui, depuis quelques années, ont acheté de grandes entreprises d'électricité. Elles trouvent des difficultés considérables dans le renouvellement du capital qui leur est nécessaire pour alimenter et agrandir leur réseau d'éclairage ou de tramways selon les besoins du public et, faute d'argent, elles ne peuvent que très lentement commander de nouveau matériel. Les contrats à courte échéance qui en résultent créent nécessairement des troubles dans les maisons de construction, et celles-ci sont amenées à élever les prix et, par suite, à ne pouvoir tenir contre la concurrence. Cette situation s'est tellement accentuée que le bénéfice de plus de la moitié des grandes maisons est absolument nul; elles acceptent tous les travaux commandés pour alimenter leurs machines et occuper leurs ouvriers, et il en résulte que bien peu trouvent à réaliser quelques bénéfices à cette manière de faire, tandis qu'un grand nombre ne récoltent que des pertes. Dans toutes les branches de l'industrie, il en est à peu près de même, mais le record des mauvaises affaires semble appartenir aux affaires d'électricité. Il en sera ainsi tant que les municipalités seront à court d'argent; dès que cessera cette situation, tout ira régulièrement, mais à force de vouloir vivre, les constructeurs se tuent. On ne peut prétendre, comme il y a quelques années, que les constructeurs anglais sont peu nombreux et incapables de satisfaire aux demandes de machines électriques et qu'en conséquence, les commandes s'en vont à l'étranger. Des usines considérables et fort bien montées ont été établies et leur capacité est beaucoup plus grande que les demandes, quelles qu'elles soient. — A.-H. B.

La photométrie et les lampes à incandescence.

Le Dr A. Fleming, l'auteur de ce travail, explique combien il serait désirable de posséder un étalon secondaire de lumière, à la fois portatif, bien approprié et constant. Pendant ces huit dernières années, il a employé comme étalon une lampe à incandescence à large ampoule et à filament spécial. La dimension de l'ampoule prévient tout dépôt de charbon contre les parois et la préparation particulière du filament ainsi que son montage dans l'ampoule empêche les variations d'intensité lumineuse lorsque la lampe est employée d'une manière convenable et pendant une courte période de temps. Ces larges ampoules ne sont pas destinées à un emploi continu, mais seulement pour déterminer la distance d'une autre lampe au disque photométrique, de manière à produire sur le disque un éclairement déterminé. La lampe à mesurer est alors substituée à la lampe à étalon et par ce procédé de la double pesée, pour ainsi dire, toutes les erreurs dues au manque de symétrie dans le photomètre sont éliminées. En opérant de cette manière, les lampes secondaires peuvent être employées plusieurs centaines de fois et ne brûler au total que pendant très peu d'heures. On peut ainsi, en les comparant de temps à autre à d'autres lampes, conserver à ces étalons toute leur constance; de plus, les expériences ont démontré que ces lampes ne sont pas affectées par les changements de pression atmosphériques ni par l'humidité. La lumière de la lampe n'est donc déterminée que par le courant qui l'alimente et qui peut être mesuré facilement au moyen d'un potentiomètre. Quand donc le filament est traversé par le même courant, la lampe donne le même éclairement. M. Fleming a imaginé un dispositif comprenant une lampe à large ampoule, un instrument de mesure et une résistance variable; l'instrument ne donne pas la lecture des intensités de courant, mais l'intensité lumineuse en bougies; il ne reste plus qu'à mettre l'instrument sur un circuit de force électromotrice constante, de faire varier l'intensité dans la lampe au moyen du rhéostat jusqu'à ce que l'aiguille de l'instrument de mesure indique le nombre voulu de bougies. Ce dispositif bien qu'insuffisant pour les expériences de laboratoire est très pratique pour les essais d'atelier. Pour des observations plus exactes, on doit employer un potentiomètre.

Une autre communication sur le même sujet a été présentée par M. Paterson; elle était intitulée : Quelques recherches sur la lampe Harcourt de 10 bougies réalisées au laboratoire national de physique.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 718 1 Octobre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

" L'ÉLECTROMÉTRIE USUELLE "

MANUFACTURE D'APPAREILS DE MESURES ÉLECTRIQUES



Ancienne Maison L. DESRUELLES

GRAINDORGE successeur

Ci-devant 22, rue Laugier,

Actuellement 81, boulevard Voltaire (XIe) PARIS

Téléphone 922-58

VOLTMÈTRES & AMPÈREMÈTRES

industriels et apériodiques sans aimant.

TYPES SPÉCIAUX DE POCHE POUR AUTOMOBILES

ENVOI FRANCO DES TARIFS SUR DEMANDE

Comprenez-vous

l'importance
de la suspension magnétique
des parties rotatives
d'un Compteur?

EXACTITUDE PERMANENTE,
SUPPRESSION COMPLÈTE DES FROTTEMENTS,
PLUS DE RUBIS USÉS A REMPLACER,
PLUS DE VISITES PÉRIODIQUES,
PLUS DE RETOUCHES PÉRIODIQUES.

Chacun de nos compteurs est garanti pendant trois ans.

Écrivez pour recevoir des renseignements détaillés dans deux brochures explicatives, ainsi que le rapport du LABORATOIRE CENTRAL D'ÉLECTRICITÉ, 14, rue de Staël, PARIS, sur le compteur STANLEY.

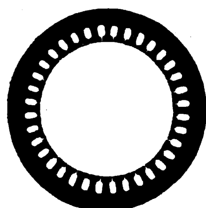
Stanley Instrument Co

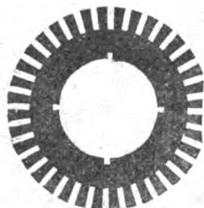
GREAT BARRINGTON, Mass. (U. S. A.)

Succursale pour l'Europe :

23, BOULEVARD DES ITALIENS, 23

PARIS





E. KRIEG & P. ZIVY

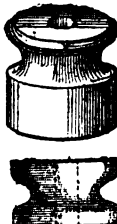
7, RUE BARBÈS, 7. MONTROUGE (SEINE)

(TÉLÉPHONE : 714-96)

Tôles découpées pour induits de Dynamos et enveloppes de Rhéostats.

ISOLANTS PORCELAINE





POUR TOUTES
APPLICATIONS ÉLECTRIQUES
Éclairage, Télégraphie, Téléphonie
Interrupteurs
Commutateurs, Coupe-Circuits

BOUGIES
POUR
Moteurs à gaz

J. CHAUFFIER

MANUFACTURE DE PORCELAINES

A ESTERNAY (Marne)

Dépôt : Manufacture Parisienne d'Appareillage Électrique

14, rue Commines, PARIS, 3e

MANUFACTURE D'APPAREILS ÉLECTRIQUES

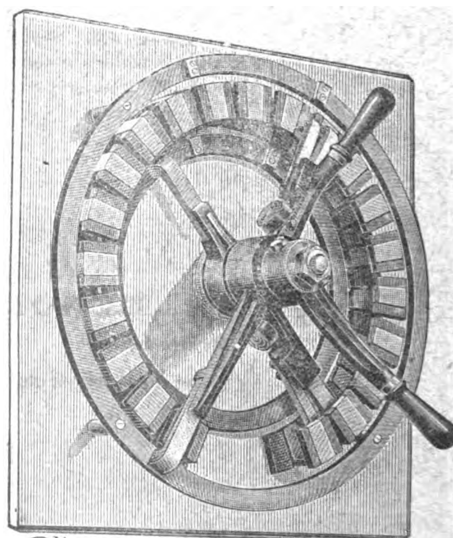
SPÉCIALITÉ POUR L'ÉCLAIRAGE

J. A. GENTEUR

122, Avenue Philippe-Auguste

TÉLÉPHONE : 940.38 — PARIS, 11e. — TÉLÉPHONE : Paris-Province.

SPÉCIALITÉ DE TABLEAUX DE DISTRIBUTION



APPAREILS POUR HAUTE TENSION

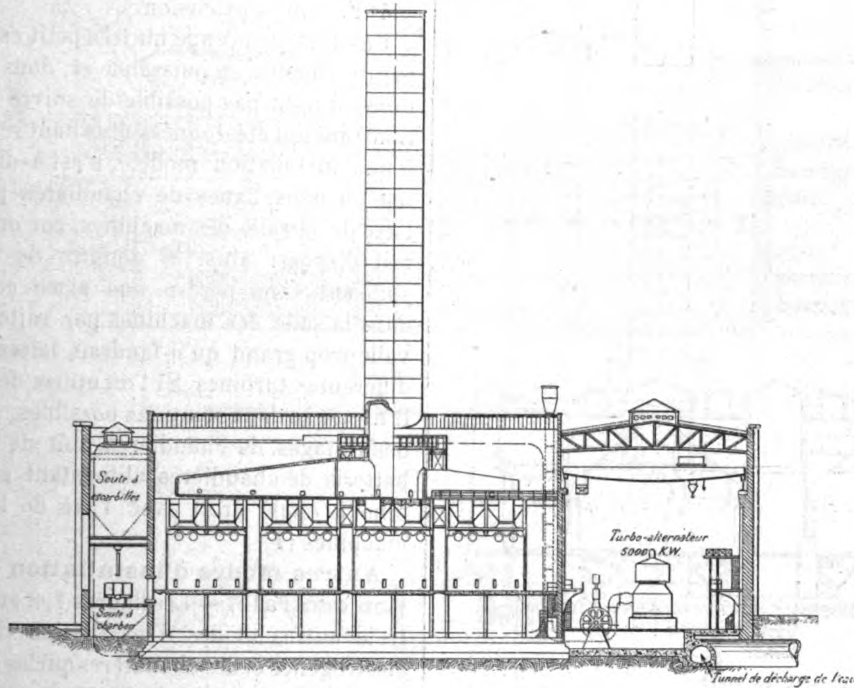
Réducteur double pour charge et décharge d'accumulateurs, avec plots morts et résistance intercalée.

Envoi franco du catalogue sur demande affranchie.

INSTALLATION DES STATIONS CENTRALES D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(*Suite*) (1).

COUPE EN ÉLÉVATION



PLAN

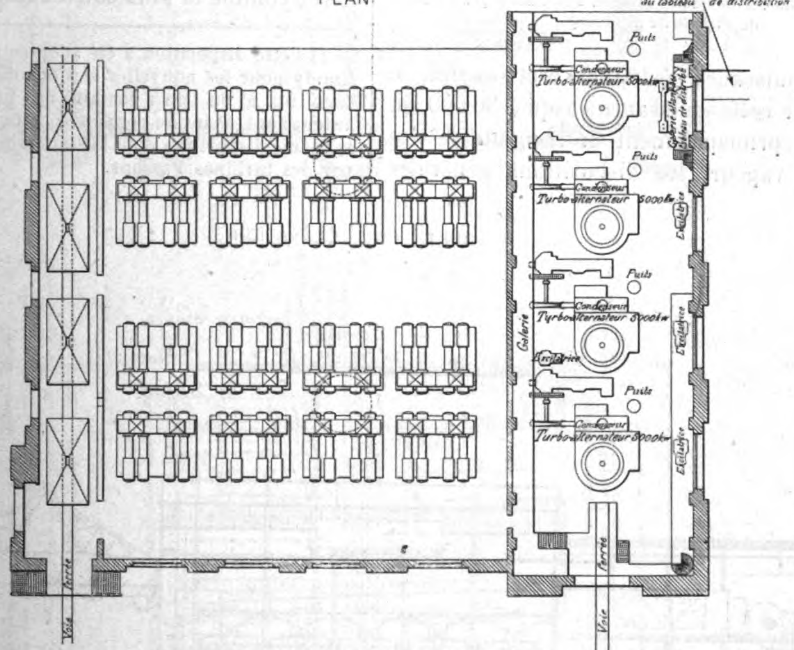


Fig. 5. — Installation de quatre groupes électrogènes de la station génératrice de *Fisk Street* à Chicago.

(1) Voir l'*Electricien*, n° 714, 3 septembre 1904, p. 146; n° 715, 10 septembre 1904, p. 168; n° 716, 17 septembre 1904, p. 178 et n° 717, 24 septembre 1904, p. 200.

Installation générale d'une grande station centrale. — Dans l'établissement du projet d'une grande station centrale, ayant au début une puissance de 10 000 kw et susceptible d'augmenter cette puissance jusqu'à 30 000 ou 40 000 kw, principalement si l'on utilise des turbines à vapeur, les dispositions générales indiquées (fig. 6 et 7) conviennent parfaitement et satisfont aux diverses exigences qui ont été précédemment indiquées, à savoir :

1° Simplicité de l'installation ;
2° Subdivision de l'installation ;
3° Economie de main-d'œuvre ;
4° Facilité d'extension.

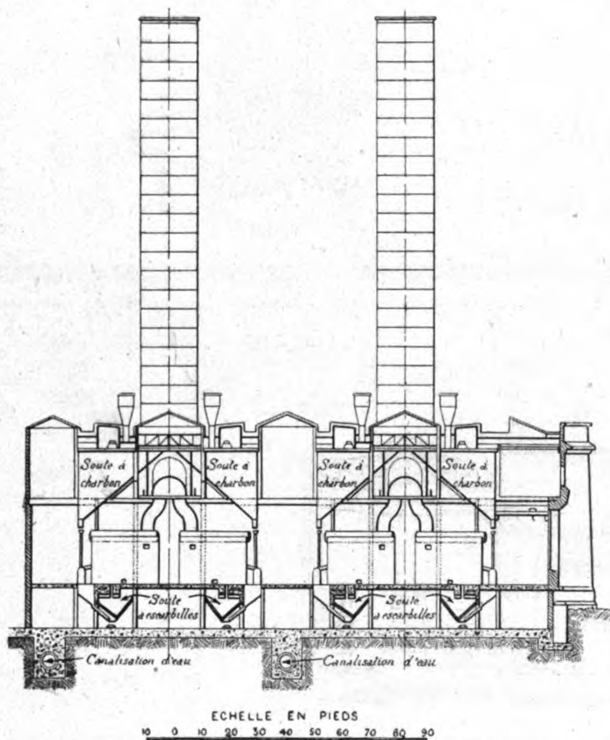


Fig. 6. — Installation de quatre groupes à la station génératrice de *Fisk Street* de Chicago.

Une turbine occupe un très petit espace comparativement à sa puissance et, dans ces conditions, il n'est pas possible de suivre les indications qui ont été données plus haut relativement à une installation modèle, c'est-à-dire d'avoir une ou deux lignes de chaudières parallèles à l'axe de la salle des machines, car on ne pourrait disposer ainsi le nombre de chaudières suffisant sans perdre une place considérable dans la salle des machines par suite de l'intervalle trop grand qu'il faudrait laisser entre les différentes turbines. Si l'on utilise des turbines, il n'y a que deux solutions possibles, soit d'avoir deux étages de chaudières, soit de disposer la batterie de chaudières alimentant chaque turbine à angle droit avec l'axe de la salle des machines (1).

Autres modes d'installation de la station centrale. — Les figures 7, 8 et 9 montrent trois autres modes d'installation des groupes électrogènes et des chaudières qui les alimentent. La disposition indiquée (fig. 8) peut être considérée comme la plus convenable pour une sta-

(1) Cette disposition a été adoptée par MM. Sergent et Lundy pour les nouvelles stations de Boston et de Chicago (fig. 5) où l'on a installé des turbines Curtis. Les auteurs ont, avant de connaître cette installation, adopté la même disposition dans la station de Carville actionnée par des turbines Parsons.

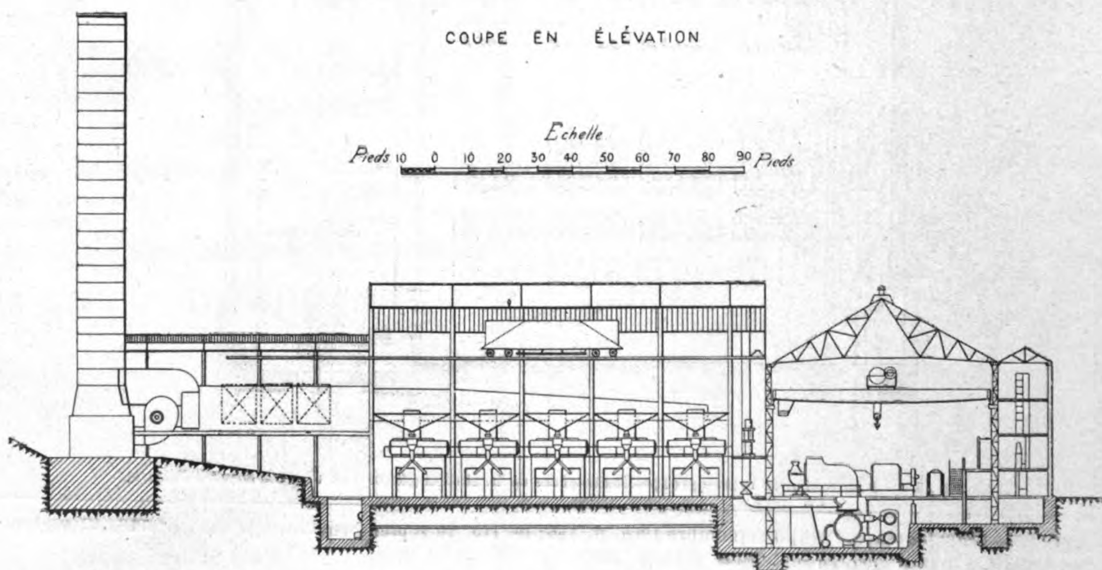


Fig. 7. — Coupe verticale de la station génératrice de Carville de la Cie *Newcastle Upon Tyne Electric Supply.*

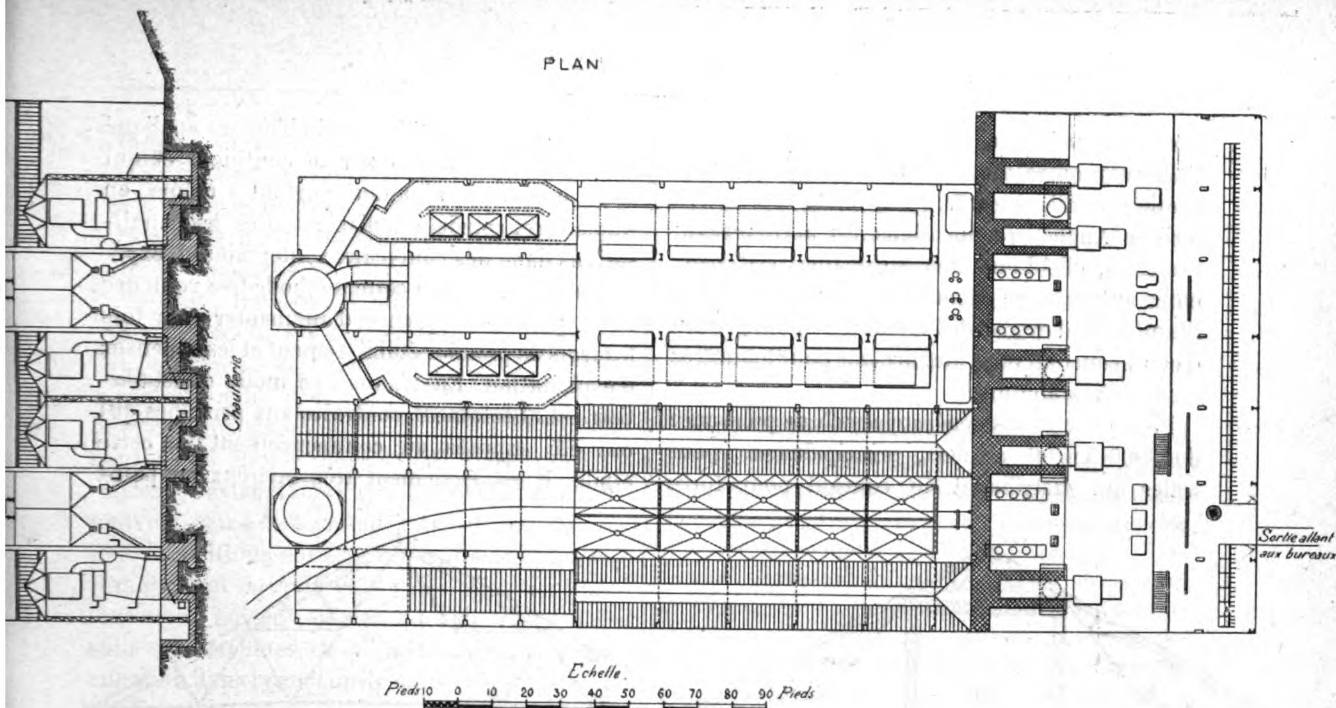
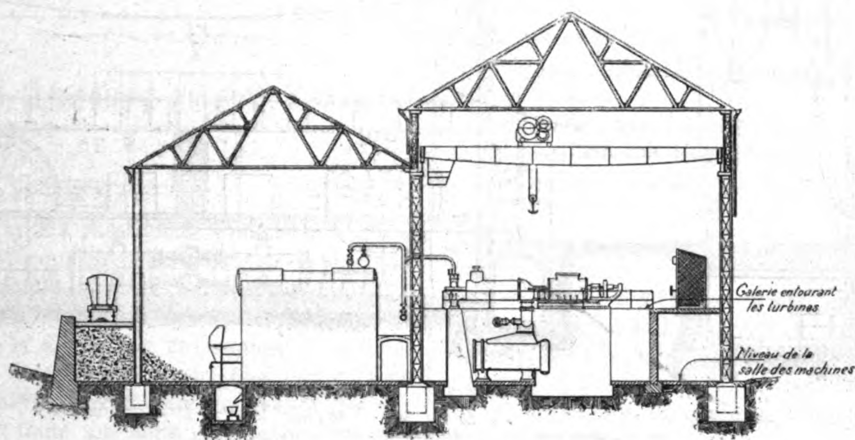


Fig 8. — Plan de la station génératrice de Carville.



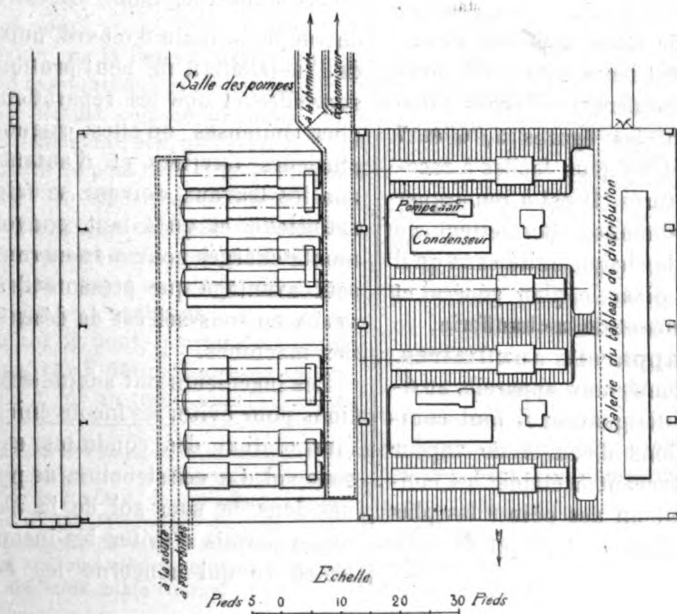


Fig. 9. — Plan d'une station génératrice avec une seule rangée de chaudières.

tion d'une puissance de 5000 kw et au-dessus. Celle que montre la figure 9, mais avec double rangée de chaudières, est fréquemment utilisée aussi bien en Angleterre que dans les autres pays; toutefois, elle donne lieu à certaines critiques, entre autres de ne pas se prêter à une extension illimitée et d'exiger des conduites de vapeur et d'eau beaucoup plus longues que pour les autres modes d'installation.

Pour les stations génératrices d'une puissance de 5000 kw et au-delà, principalement pour celles qui distribuent du courant pour force motrice et qui sont, par suite, appelées à augmenter considérablement leurs moyens de production, les auteurs considèrent les types d'installation que montrent les figures 5, 6 et 7 comme les meilleurs et les plus faciles à recevoir des extensions futures. Il est à remarquer que ces projets d'installation permettent de changer la puissance de chaque unité sans qu'il soit nécessaire de modifier le plan général et aussi d'allonger le bâtiment de la chaufferie.

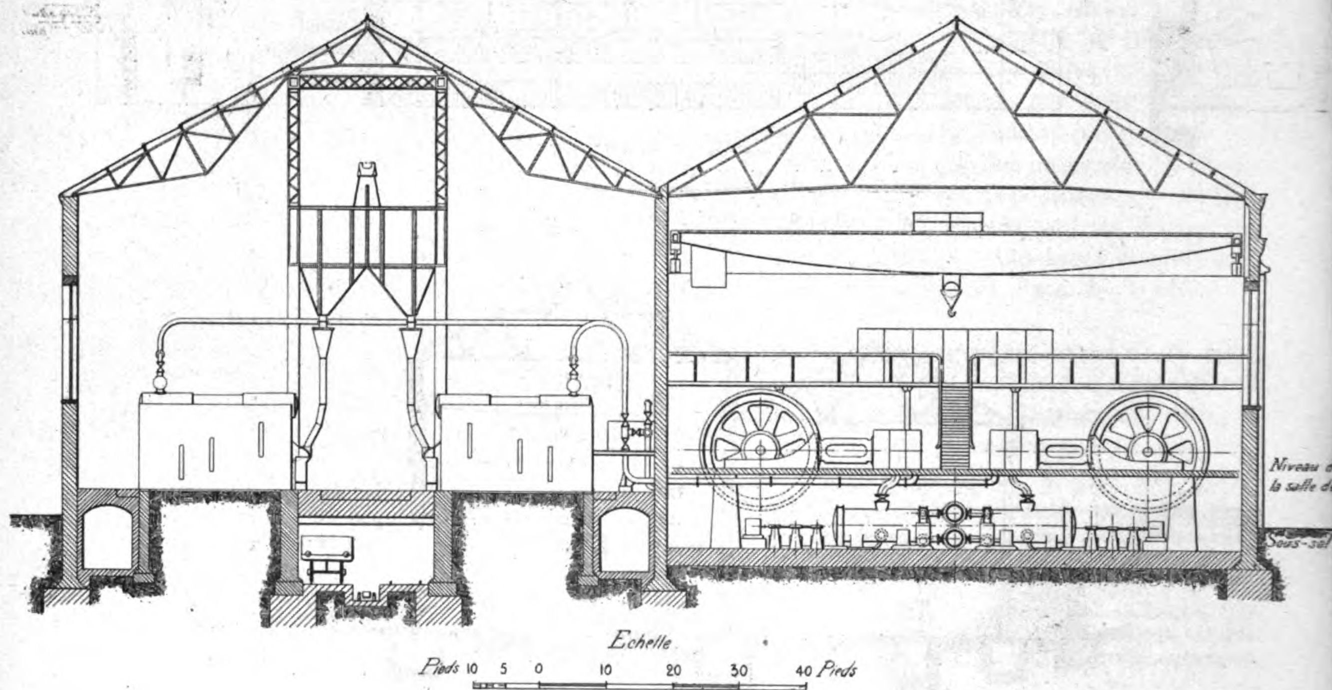


Fig. 10. — Plan d'une station génératrice avec double rangée de chaudière.

Installation des appareils auxiliaires. — La disposition à donner aux appareils auxiliaires, et sous cette désignation il faut comprendre les canalisations d'eau et de vapeur ainsi que les câbles servant à établir les connexions électriques, est un des points les plus importants à étudier dans tout projet de salle des machines.

Un mode de procéder, probablement appliqué pour la première fois sur le continent et qui s'est beaucoup répandu partout, même en Angleterre, consiste à placer toutes les canalisations dans des caniveaux souterrains. L'expérience a prouvé que cette méthode très coûteuse avait pour conséquence d'augmenter à la fois les frais de premier établissement et les dépenses d'exploitation. En résumé, ce mode d'installation est absolument contraire aux principes qui ont été exposés au commencement de cette étude Il est également très onéreux au point de vue de la main d'œuvre, puisque cette partie de l'installation ne peut pratiquement pas être surveillée et que les réparations sont d'autant plus coûteuses qu'elles exigent le travail de plusieurs ouvriers et d'autant plus difficiles que les travaux doivent se faire à la lumière artificielle et qu'il faut pouvoir disposer de monte-charges pour manœuvrer le matériel. Le seul avantage que présente l'emploi des caniveaux en sous-sol est de désencombrer la salle des machines.

Les ingénieurs ont adopté différentes dispositions pour éviter les inconvénients que présente l'installation des conduites et câbles dans le sous-sol. La construction de puits ou de citernes dans le sous-sol de la salle des machines a permis d'éviter les inconvénients signalés en ce qui concerne les conduites et de

réduire la surveillance qu'exigent ces dernières.

La turbine à vapeur, vu le peu d'espace qu'elle occupe, a permis de simplifier beaucoup l'installation et de placer facilement au niveau du sol tous les appareils auxiliaires. Ainsi le condenseur peut être disposé au-dessous de la turbine (1) (ce qui est à désirer afin d'augmenter son efficacité) et, dans ce cas, la turbine, n'exigeant que peu ou pas de surveillance, peut être installée au-dessus du sol en l'entourant d'une simple galerie. Les appareils auxiliaires qui exigent une surveillance plus attentive peuvent alors être installés au niveau du sol. Ces dispositions donnent la facilité de manutentionner tout le matériel à l'aide d'un pont roulant et ne nuisent en rien au bon aspect de la salle des machines, ce qui a été la grande préoccupation dans beaucoup de stations centrales du continent.

MERZ et MC LELLAN.

(*A suivre*).

(1) La *General Electric Company* qui construit la turbine Curtiss, en établit où le condenseur est disposé dans le socle même de la turbine, ce qui assure l'avantage préconisé. Dans le cas de groupes de plus faible puissance, il est avantageux de munir chaque groupe de deux unités d'un condenseur; on obtient ainsi un degré de vide élevé avec une faible charge.

MANŒUVRE ÉLECTRIQUE DU PONT A BASCULE DE BARKING

Nous n'aurions pas signalé à nos lecteurs l'installation électrique qui permet d'ouvrir et de fermer le pont à bascule situé sur la rivière Roding, entre Barking et Becton, s'il s'était agi simplement de leur décrire la disposition des moteurs et le fonctionnement du tablier; mais ici une particularité toute spéciale distingue cette manœuvre des cas similaires et toute une suite de mouvements solidaires les uns des autres s'accomplit dans le but d'assurer la sécurité des trains électriques légers qui franchissent ce pont.

Quand il fut décidé que la ligne à trolley aérien de Barking-Becton passerait sur la rivière Roding, le Board of Trade stipula comme condition expresse qu'un dispositif devrait être pris pour rendre impossible l'ouverture du pont dans tous les cas où les voitures à trolley se trouveraient à 100 m au moins de chaque côté. Notre confrère de Londres l'*Electrician* nous apprend que, grâce à l'ingéniosité de M. R.-J. Swan, ingénieur de la ligne, on est parvenu à remplir ces conditions.

Le tablier basculant du pont, pourvu d'un lourd contrepoids, est levé par l'intermédiaire de câbles d'acier qui s'enroulent sur un treuil sous l'effort de deux moteurs électriques Mather et Platt de 33 ch alimentés par les feeders de traction. En raison de la conformation même du tablier, on ne pouvait conserver sur ce pont la ligne aérienne à trolley ordinaire; c'est pourquoi celle-ci s'interrompt sur tout le pont et sur une section de 100 m de part et d'autre; elle est remplacée par un conducteur latéral de peu d'élévation, sur lequel vient glisser un bras de contact, porté par la voiture automotrice et qui se déplie ou se reploie à volonté.

Dans la cabine de manœuvre du pont, se trouve un commutateur qui met en circuit ou les moteurs actionnant ce tablier ou bien la section de ligne de trolley courant sur le pont. Ce commutateur est relié mécaniquement au moyen de glissières avec la roue à manettes à l'aide de laquelle on ouvre et on ferme les barrières qui coupent la voie de chaque côté du pont; cette connexion mécanique est disposée de telle sorte que si les barrières sont ouvertes au trafic le commutateur ne peut mettre en circuit que les contacts qui commandent les conducteurs de la ligne à trolley et si les barrières au contraire sont fermées, le commutateur ne peut être manœuvré que sur les contacts qui mettent en circuit les moteurs de levage du tablier.

Cette roue à manettes est également reliée électriquement avec le commutateur de manière à rendre impossible tout changement de manœuvre des barrières, c'est-à-dire qu'elle est immobilisée tant que le commutateur a fermé le circuit par l'un ou l'autre des deux groupes de contacts. Cet arrêt de la roue à manettes est obtenu à l'aide d'un ruban d'acier qui embrasse la jante, à la façon d'un frein, et dont la rigide application est maintenue à l'aide d'un puissant électro-aimant excité par une dérivation de l'un des circuits commandés par le commutateur.

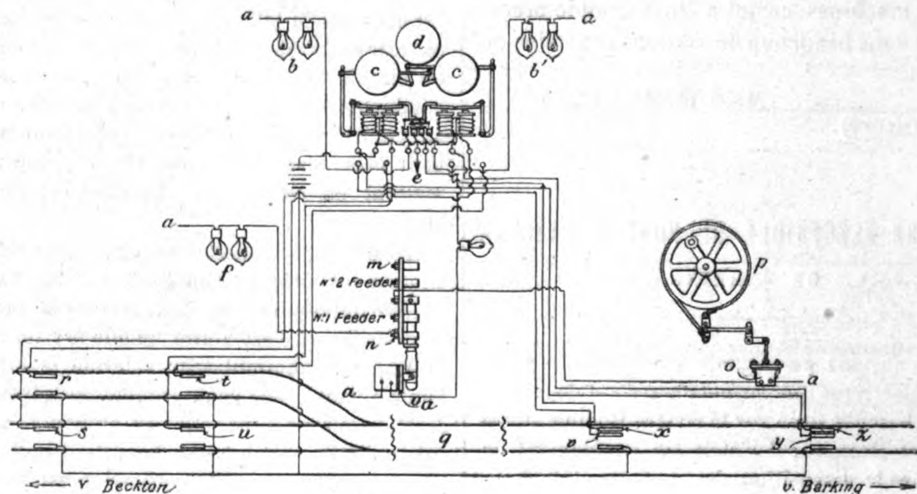
De plus, la poignée du commutateur porte une plaque de fer armature, qui fait face, lorsque les circuits sont fermés sur la section de ligne à trolley du pont, à un électro-aimant qui reste excité pendant tout le temps que les voitures électriques traversent le pont et les sections en dépendant; il est alors impossible de changer le levier du commutateur, d'interrompre le courant sur la ligne et d'accomplir d'autres manœuvres.

On le voit, tous ces mouvements se commandent et sont combinés de manière qu'aucun d'entre eux ne puisse s'effectuer que suivant un ordre déterminé.

Afin de compléter ce block-système et permettre aux circuits sur la voie, d'actionner des signaux et de faire dépendre leur fermeture de la position relative des voitures automotrices, chacune de ces dernières porte avec deux éléments Leclanché, intercalés, trois balais de contact fixés au châssis et pouvant venir toucher des lames de cuivre établies sur la voie entre les rails de roulement, les unes

à 100 m du pont les autres à 50 m. Ces lames de cuivre mesurent 0,05 m de large sur 2,43 m de long ; elles sont montées sur des pièces de bois et dépassent le niveau des rails de 0,03 m. Sur l'une des sections approchant le pont du côté de Barking, il y a une voie unique ; c'est pourquoi les contacts d'arrêts sont disposés côte à côte. En se reportant à la figure schématique on se rendra compte du fonctionnement de ces contacts et des signaux d'arrêts. Ceux qui sont placés à 100 m du pont sont appelés arrêt nº 1 et les autres arrêt nº 2. Lorsqu'un train arrivant de Becton, passe sur ces contacts, le circuit de la pile est fermé par le balai touchant les contacts et par les conducteurs qui les relient à la cabine de manœuvre ; là un relai est actionné, et le mouvement de son armature fait apparaitre sur un descendante et unique, les contacts nº 2 qui font tomber le premier disque, puis le second dès qu'il touche les contacts nº 1 ; les lampes s'éteignent, le commutateur de manœuvre est rendu libre. Si un train descendant arrive de Barking, les mêmes signaux se reproduisent successivement de la même manière.

Comme nous l'avons dit, la voie au delà du pont, vers Barking, est unique et les contacts des trains montants et descendants doivent être, par suite, groupés par deux sur le même côté de la voie, l'un pour les trains montants afin d'ouvrir les signaux, l'autre pour les trains descendants afin de fermer ces mêmes signaux. On a été obligé de prendre certaines dispositions sur la voiture automotrice de manière que le circuit se trouve fermé sur l'un ou l'autre de ces contacts suivant la direction du



a fil de retour.
b lampes rouges ; signal de la voie montante.
b' lampes rouges ; signal de la voie descendante.
cc arrêts nº 1 des voies montante et descendante.
d section du pont libre.
e circuit à 500 volts.
f lampe verte disposée de chaque côté du pont et indiquant *passage libre*.
g lampe rouge en série avec la bobine de fermeture.
m moteur du pont.
n fil de trolley du pont.
o électro-aimant cuirassé.
p manivelle pour fermer et ouvrir électriquement les barrières de la voie.
q pont à bascule sur le pont.
r arrêt nº 1, voie montante.
s arrêt nº 1, voie descendante.
t arrêt nº 2, voie montante.
u arrêt nº 2, voie descendante.
v arrêt nº 2, voie montante.
x arrêt nº 2, voie descendante.
y arrêt nº 1, voie montante.
z arrêt nº 1, voie descendante.

disque blanc portant l'inscription *Section de pont libre*, un disque vert sur lequel est inscrit : « Train montant, arrêt nº 1 ». En même temps une lampe rouge montée en série s'allume et prévient le mécanicien du pont que le commutateur de manœuvre est fermé. Enfin, deux lampes de signaux à verre rouge, fixées extérieurement sur la cabine, s'allument également et préviennent sur la voie allant vers Barking qu'un train va traverser le pont. Comme mesure de précaution supplémentaire, au passage sur les seconds contacts, le circuit est de nouveau fermé sur le relais qui actionne un second voyant portant l'inscription « train montant, arrêt nº 2 ». Le train continue son parcours, traverse le pont, atteint, sur la voie train. C'est pourquoi, tout d'abord, les trois balais de contact portés par la voiture sont disposés inégalement deux à gauche et un à droite de manière à correspondre exactement aux contacts de la voie. Les deux de droite sont donc destinés à agir alternativement et ferment le circuit sur les signaux l'un pour les trains montants, l'autre pour les trains descendants. Ils sont donc alternativement mis dans le circuit d'une manière automatique, selon la direction du train, par suite de la position inclinée que prend la tige du trolley latéral en s'appuyant sur le conducteur de la ligne. Deux paires de contacts sont disposées de part et d'autre d'un collier isolant embrassant le pied de cette tige et portant deux lames de cuivre. Lorsque le

train court dans une direction, vers Barking par exemple, les contacts arrière du trolley ferment le circuit sur les contacts de la voie montante; dans la position inverse, le trolley ferme le circuit sur les contacts de la voie descendante.

Cette fonction automatique de la tige de trolley pour la production des signaux est fort bien imaginée et d'une simplicité remarquable. C'est avec raison que notre confrère de Londres l'*Electrician* fait ressortir l'ingéniosité de cet ensemble et de ces manœuvres successives dépendant les unes des autres et dont la solidarité et l'enchaînement en assurent justement le strict accomplissement.

Georges DARY.

CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES

POUR HAUTES TENSIONS

COMMUNICATION FAITE A LA SECTION DE NAPLES DE L'ASSOCIATION ÉLECTROTECHNIQUE ITALIENNE

(*Suite et fin*) (1).

Résultats des expériences effectuées avec les nouveaux condensateurs. — Voici maintenant les principaux résultats qu'ont donné les essais industriels effectués pendant plusieurs années et ceux que l'on a obtenus récemment dans les usines de la Société Siemens et Halske de Vienne.

Les deux premiers condensateurs qui ont été construits, pour une tension efficace de 5000 volts, ont été envoyés, l'un à l'Exposition de Paris en 1900 et l'autre à la Société anglo-romaine qui a bien voulu le soumettre à des essais dans sa station de la Porta Pia Ces condensateurs étaient chacun subdivisés en deux parties ayant chacune une capacité de 0,5 microfarad, pouvant supporter, lorsqu'elles étaient groupées en parallèle, une tension de 5000 volts et 10 000 volts, lorsqu'elles étaient montées en cascade. Chaque section était formée de 5 éléments comportant chacun 52 feuilles d'étain séparées l'une de l'autre par des feuilles de cérésine ayant 1,1 mm d'épaisseur. La cérésine employée, quoique n'ayant pas à froid une résistance d'isolement supérieure à celle de la paraffine ordinaire, avait un point de fusion notablement plus élevé, qualité qui présentait un grand avantage au point de vue de l'échauffement qui se produit graduellement soit par suite de la dissipation d'énergie, soit à cause de l'augmentation de la température ambiante.

(1) Voir l'*Electricien*, n° 717, 24 septembre 1904, p. 195.

Les feuilles de cérésine, avant d'être employées, étaient soumises, pendant 20 à 30 secondes, à une différence de potentiel de 20 000 à 30 000 volts. Pour pouvoir effectuer cet essai, la maison Tedeschi avait construit un transformateur pouvant, avec une tension d'environ 100 volts appliquée au circuit primaire, donner aux bornes du circuit secondaire environ 60 000 volts. Ce transformateur pouvait être réglé dans de très grandes limites au moyen de résistances intercalées dans le circuit primaire. L'essai des feuilles de cérésine se faisait à l'aide d'un appareil approprié en les plaçant entre deux armatures d'étain parfaitement adhérentes; toutefois, il n'a pas été possible de prolonger notablement l'essai sans qu'un échauffement sensible se produise sur les bords.

Dans ces conditions, la continuité des armatures d'étain n'étant pas obtenue et la continuité parfaite de la substance isolante faisant défaut, il se produit une distribution superficielle des charges électriques qui ont tendance à s'échapper hors des armatures par suite de la tension électrostatique due à la grande densité des charges électriques sur les bords. Le phénomène est accompagné, lorsqu'il se produit à de hautes tensions, d'aigrettes lumineuses analogues à celles qui se manifestent, dans de plus grandes proportions, lors des décharges disruptives ordinaires; elles donnent lieu à un crépitement caractéristique, accompagné presque toujours de production d'ozone. Si on ne laisse pas déborder la feuille isolante, des étincelles bruyantes se produisent à travers l'air d'une armature métallique à l'autre en développant une grande élévation de température. Ces phénomènes dangereux peuvent être atténués en plaçant la feuille isolante soumise à l'essai ainsi que ses armatures métalliques entre deux plaques isolantes et en soumettant le tout à une pression convenable, mais on ne peut pas les empêcher lorsqu'on effectue l'essai d'une manière complète.

Les éléments ainsi constitués ont été placés dans une boîte appropriée en bois paraffiné et on a eu le soin, en disposant avec le plus grand soin les feuilles de cérésine alternant avec des feuilles très minces d'étain, d'éliminer toute trace d'air; la boîte a été ensuite fermée hermétiquement sur tous les joints à l'aide de paraffine fondue. Deux petites lames de cuivre, reliées aux armatures extérieures, sortaient seules de la boîte.

Les éléments une fois montés, on les a soumis

à une tension efficace alternative de 9000 volts. A cet effet, on s'est servi des transformateurs utilisés par la maison Tedeschi pour l'essai des câbles. Lorsque dans un des éléments, au moment des essais, il se produisait un court circuit, on le démontait avec la plus grande attention afin de pouvoir déterminer la nature du défaut et en tirer un enseignement pour apporter des modifications à la construction. Le même examen très minutieux était naturellement fait sur les éléments reconnus défectueux après un certain temps de service sur les circuits industriels. Une grande partie de ce matériel pouvait ainsi être utilisée de nouveau.

Le premier condensateur construit, mis en service à la fin de 1900 sur la ligne allant de Tivoli à la station de la Porta Pia, a eu trois éléments dans lesquels se sont produits successivement trois courts circuits : le premier après neuf jours de fonctionnement continu; le deuxième, après trente jours de marche, le condensateur ayant été réparé et remis en service; enfin le troisième, après encore deux semaines de fonctionnement, le condensateur ayant été réparé et mis de nouveau en service. Donc, après cette durée de fonctionnement, les autres sept éléments avaient parfaitement supporté pendant huit semaines une tension normale de 5000 volts.

Au mois de juin 1901, lorsque fut constaté le troisième dérangement, le condensateur fut retiré définitivement du service; après l'avoir réparé, les divers éléments qui le constituaient furent soumis séparément pendant plusieurs mois à des essais dans les usines de la maison Tedeschi et ces essais donnèrent des résultats satisfaisants.

Vers la fin de 1900, la maison Kolben de Prague commanda à MM. Tedeschi un condensateur triphasé de $3 \times 0{,}5$ microfarad pouvant supporter 3000 volts et construit de la même manière que les deux premiers avec des feuilles de mêmes dimensions. C'est, je crois, le premier condensateur de ce genre qui ait été établi, ayant dans chacun de ses éléments des armatures alternativement distinctes de polarité différente et destinées à être reliées avec les trois conducteurs de la ligne. La complication qui en résultait pour sa construction et les grandes difficultés que l'on éprouva pour pouvoir effectuer les essais à l'aide d'un transformateur monophasé, ont conduit à abandonner ce système, car il est bien préférable, lorsqu'il s'agit de condensateurs destinés à des circuits polyphasés, d'utiliser les diverses combinaisons ordinaires des appareils monophasés qui ont l'avantage de pouvoir être montés facilement en étoile ou en triangle, à l'aide de connexions extérieures et de pouvoir, par conséquent, être utilisés avec des tensions différentes.

Le condensateur, construit pour la maison Kolben, fut soumis, pendant dix jours consécutifs, à des essais à 3000 volts sur la canalisation secondaire de la Société d'électricité de la Haute-Italie à Turin. Il fut ensuite expédié à Prague, au mois de janvier, sans qu'il ait subi aucune détérioration au cours de ce long voyage sous l'action des vibrations mécaniques ou de la basse température. Le condensateur n'arriva en effet à destination qu'à la fin du mois d'avril par suite de son arrêt en douane à la frontière, les employés de cette administration ignorant à quelle catégorie appartenait cet appareil et ne sachant quel tarif lui appliquer. Dans le courant du mois de mai, M. Kolben écrivait qu'il avait procédé à tous les essais et déclarait qu'il était complètement satisfait des résultats obtenus.

Dans les premiers mois de 1901, on construisit un condensateur de plus grandes dimensions, à éléments triphasés, établi d'abord avec des feuilles de cérésine de 2 mm d'épaisseur et puis avec des feuilles de 2,5 mm. Ce condensateur fut essayé à 35 000-40 000 volts et envoyé à la Société de la Haute-Italie qui voulut bien nous permettre de le mettre en essai sur sa ligne primaire de transmission de Lanzo à 11 000 volts. Dès le début, on constata quelques graves difficultés consistant en des fusions répétées de coupe-circuit et en courts circuits se produisant dans quelques sections.

Afin d'éviter tout danger pour l'installation de Lanzo et de pouvoir surveiller plus facilement les essais, la maison Tedeschi décida d'effectuer des essais plus complets dans ses usines et, à cet effet, elle fit l'acquisition d'un transformateur triphasé Schuckert de 30 kw. L'enroulement primaire de ce transformateur était établi pour 120 volts et le secondaire permettait d'obtenir des tensions depuis 10 000 jusqu'à 20 000 volts. Ce transformateur fut installé dans un local spécial et il était alimenté par le courant de la canalisation de la Société de la Haute-Italie, au moyen d'un transformateur triphasé dont le circuit primaire était muni de tous les instruments de mesure et interrupteurs nécessaires.

Un nombre très considérable d'essais furent effectués de cette manière, pendant l'année 1902, sous la direction de M. l'ingénieur A. Tessari

qui a apporté à ces recherches un zèle soutenu et une grande habileté.

Un premier condensateur triphasé de 1 microfarad de capacité, avec feuilles de cérésine de 2,5 mm d'épaisseur, fut soumis, à plusieurs reprises dans la journée, à des tensions de 10 000 à 12 000 volts; il se produisit successivement des courts circuits dans plusieurs éléments. Un autre condensateur à éléments monophasés et ayant des feuilles isolantes de 1,4 mm fut monté en triangle avec deux éléments en cascade dans chaque branche; il fut soumis à une différence de potentiel de 10 000 à 12 000 volts depuis le mois d'avril jusqu'au mois de juin; il se produisit toutefois plusieurs courts circuits. On plaça alors les éléments par trois en cascade dans chaque branche de façon que chacun d'eux supportât une tension de 3000 à 4000 volts; dans ces conditions le condensateur put rester en circuit jour et nuit jusqu'à la fin de l'année, c'est-à-dire pendant cinq ou six mois sans interruption.

Il semble donc qu'il existe une sorte de tension critique, au-delà de laquelle les feuilles du diélectrique, fabriquées et montées suivant notre système, ne peuvent que difficilement résister. Cette limite n'est guère supérieure à 4000 volts.

Le phénomène complexe qui se manifeste, dès que l'on dépasse de peu cette tension critique, se montre clairement lorsqu'on examine les éléments dans lesquels s'est produit un court circuit.

A de très petites exceptions près, le diélectrique n'est jamais perforé par suite d'un service prolongé dans les parties qui sont régulièrement recouvertes par l'armature en étain. On a reconnu que la détérioration du diélectrique se produisait en des points où existait une irrégularité quelconque due à la fusion, par exemple de petites bulles d'air ou des traces d'impuretés restées dans la cérésine lors de sa filtration; là où se trouvent ces petits défauts, il se produit inévitablement un percement de la feuille sous l'action de la tension utilisée lors des essais, tension qui est trois ou quatre fois plus élevée que la tension normale.

En supposant que l'on obtienne une feuille isolante parfaitement régulière, il arrive, lorsque la tension est appliquée, que ses diverses parties se trouvent dans des conditions électriques différentes. Entre la partie du milieu de la feuille, où le champ électrostatique a une direction normale aux armatures et se trouve uniformément distribué, et les parties les plus éloignées, c'est-à-dire les bords de la feuille, où l'action produite est négligeable, se trouve une bande extérieure, contiguë aux bords de la feuille, qui est soumise à une tension énorme par suite de la grande densité de la charge électrique sur les bords des armatures métalliques ayant un très faible rayon de courbure. Les charges électriques, sous l'action de cette tension, ont une très grande tendance à se porter vers l'extérieur, principalement dans la direction des plans de séparation des feuilles voisines. Pour si minces que soient les feuilles d'étain et malgré tout le soin apporté à l'assemblage des feuilles métalliques et des feuilles de diélectrique, même en ayant recours éventuellement à une notable pression mécanique, il arrive presque toujours que l'on emmagasine dans l'appareil une très petite quantité d'air; comme l'air a une rigidité diélectrique notablement plus petite que la cérésine, il se produit avec le temps, là où l'air est interposé, des phénomènes dangereux.

Déjà, dans ma communication au Congrès d'électricité de Paris en 1900, j'avais fait connaître les curieux résultats de mesures effectuées, à l'aide d'un système de couples thermo-électriques, à l'intérieur de condensateurs de notre système. Après un fonctionnement de dix heures sous une tension de 5000 volts, la température de la partie centrale des feuilles s'était élevée de 1°4, tandis que sur les bords cette augmentation avait été de 3°2; en même temps la température extérieure du condensateur avait varié de 2°5. Lors même qu'une très petite quantité de chaleur ait pu passer par conduction de l'extérieur vers l'intérieur du condensateur, l'augmentation de température constatée sur les bords était certainement due à une action locale dont les effets, comme on peut le supposer avec quelque vraisemblance, sont d'autant plus à craindre que le fonctionnement du condensateur est prolongé et compromettent le bon état de l'appareil.

Le diélectrique employé étant mauvais conducteur de la chaleur, il est probable que la température va toujours en augmentant avec le temps dans cette région du condensateur et, par suite, le diélectrique perd une grande partie de sa résistance d'isolement. Les très petites étincelles, qui se produisent dans les faibles espaces d'air avoisinant les bords des feuilles d'étain, exercent sur le diélectrique une action directe qui peut devenir absolument nuisible, soit qu'il se produise une oxydation de la cérésine due à la présence d'une petite quantité

d'ozone produit par les étincelles latérales, soit que la cérésine s'altère sous l'action de la chaleur ou d'étincelles électriques imperceptibles. Il est certain qu'après quelques semaines ou quelques mois de fonctionnement, suivant la tension plus ou moins élevée à laquelle le condensateur a été soumis et le plus ou moins grand nombre de défauts de montage des feuilles, il se produit presque toujours sur les bords des armatures et sur les languettes de connexion un jaunissement de la cérésine qui est plus ou moins profondément tachée. Les points où les taches sont les plus accentuées indiquent que la feuille sera inévitablement percée en cet endroit.

L'examen de toutes les feuilles traversées par l'étincelle disruptive a montré que la perforation se produisait toujours sur les bords. Presque toutes les feuilles perforées étaient détériorées à l'endroit où la languette métallique de connexion se détache de la feuille d'étain. Il n'est presque jamais possible, lors du découpage des feuilles d'étain, d'éviter la production de très petites bavures ou pointes qui facilitent singulièrement la production d'étincelles locales. Pour des tensions ne dépassant pas 3000 ou 4000 volts, les précautions et les soins de fabrication indiqués sont généralement suffisants pour éviter la production du phénomène ou du moins pour l'atténuer et le ramener à des limites acceptables.

Ce qui se produit dans les condensateurs de notre système doit également se produire, dans une proportion égale ou différente, pour les condensateurs d'autres systèmes. Il n'en est pas de même dans les condensateurs où les couches d'isolant n'ont pas une véritable surface de séparation déterminée par rapport à celles des armatures, comme c'est le cas dans les condensateurs à diélectrique liquide ou bien dans ceux où l'isolant est constitué par un mélange de substances que l'on fond à une température élevée au moment du montage de l'appareil. L'artifice le plus ingénieux employé par M. Swinburne pour améliorer l'isolement de ses condensateurs à papier et pétrole, consiste précisément à les priver d'air; j'ai eu l'occasion de faire des essais sur plusieurs de ces appareils ne pouvant pas supporter des différences de potentiel supérieures à 2000 volts et j'ai constaté que l'introduction d'une très petite quantité d'air avait pour effet de compromettre gravement les propriétés diélectriques. Je dois ajouter que le pétrole ainsi que les autres liquides isolants employés jusqu'à présent ont comparativement des propriétés diélectriques inférieures à celles de la paraffine, de la cérésine et des autres bonnes substances solides. Il n'est donc pas difficile de saisir toute la gravité du phénomène observé dans tous les condensateurs de ce genre.

Tous les dispositifs imaginés pour améliorer le contact avec les feuilles isolantes ou pour donner aux armatures, même avec interposition de substances étrangères, une disposition plus convenable, n'ont pas jusqu'ici donné des résultats concluants. La substitution de fils minces métalliques aux languettes de connexion; la superposition de très minces feuilles de mica sur les armatures ou encore le vernissage sur place de ces dernières avec de la gomme laque ou de l'huile de vaseline; le remplacement des feuilles d'étain par des couches très minces de poudres métalliques ou de graphite et même l'artifice consistant à former autour de la feuille d'étain une bande conductrice de graphite n'ont pas produit une amélioration notable dans le fonctionnement de nos condensateurs. Il n'a jamais été possible d'éviter complètement l'échauffement du diélectrique, sous des tensions supérieures à 5000 volts, aux points où se trouvent les bords des armatures.

Conclusion. — La construction de condensateurs électriques pouvant fonctionner d'une manière satisfaisante à des tensions très élevées trouvera-t-elle dans le phénomène signalé un obstacle insurmontable que les dispositifs les plus ingénieux n'ont pas permis jusqu'à présent d'éviter? Il serait téméraire de ma part de répondre à cette question, après avoir pendant si longtemps et avec la plus grande confiance cherché la solution de ce problème.

Il est certain que les substances isolantes, soumises à des tensions électriques dépassant une certaine limite, présentent une résistance d'isolement absolument insuffisante. C'est pour cette raison que dans les transports d'énergie électrique à distance, il ne sera peut-être jamais possible de dépasser les limites déjà atteintes de 50 000 à 60 000 volts pour les tensions alternatives, parce que l'air atmosphérique, pour des tensions plus élevées et quelle que soit la distance qui sépare les conducteurs, ne présente pas une protection suffisante pour empêcher les dispersions électriques.

Dans les condensateurs électrostatiques, on ne peut songer à utiliser des feuilles dépassant certaines dimensions, parce que le volume de substance diélectrique nécessaire pour obtenir une capacité déterminée croît comme le carré

de l'épaisseur des feuilles et que l'on obtiendrait ainsi des appareils d'un prix prohibitif. D'autre part, l'augmentation de l'épaisseur des feuilles au delà d'une certaine limite ne produit qu'un résultat limité en ce qui concerne la résistance d'isolement du système, à cause de la manière bien connue dont se comportent les diélectriques et parce que les altérations qu'ils subissent, d'abord à leur surface, pénètrent peu à peu avec le temps dans leur masse et nuisent à leur conservation. L'artifice que j'ai préconisé dès le début de mes recherches et consistant à employer le diélectrique en feuilles plus minces et puis de grouper les divers éléments en cascade est théoriquement rationnel, mais il présente l'inconvénient de compliquer la construction et par suite d'augmenter le prix des appareils. Il est probable que ce sera le seul moyen pour maintenir constamment en service des condensateurs devant supporter des tensions très élevées. Les dépenses d'installation pour obtenir une capacité relativement faible seront, par conséquent, assez élevées, ce qui empêchera de réaliser dans la plupart des installations industrielles l'économie que l'on voulait obtenir.

D'ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que les merveilleux progrès de l'électrotechnique ont permis d'élever en toute sécurité la tension de fonctionnement jusqu'à des valeurs auxquelles on n'aurait pas songé dès le début et ont amené à adopter de très basses fréquences; que, d'autre part, ces progrès ont rendu plus économique l'utilisation des forces naturelles, enlevant ainsi tout le bénéfice que l'on pouvait attendre de dispositifs spéciaux permettant d'éviter quelques pertes d'énergie. Dans ces conditions, la construction de nos condensateurs doit satisfaire à de nouvelles exigences qui seront toujours de plus en plus difficiles à satisfaire. Il y a actuellement très peu de constructeurs de dynamos et d'ingénieurs chargés d'étudier un projet d'installation à haute tension qui, en calculant les alternateurs, les lignes et les transformateurs pour plusieurs dizaines de milliers de volts et comptant sur la possibilité d'installer sur le réseau de distribution un certain nombre de moteurs synchrones surexcités ou d'utiliser des moteurs à compensation, se préoccupent encore de la série d'inconvénients qui, il y a une dizaine d'années, attiraient leur attention et que l'on néglige maintenant; tels étaient, par exemple, les phénomènes secondaires d'induction qui se produisaient dans les génératrices ou sur les lignes et qui donnaient lieu à des pertes anormales d'énergie.

Malgré tout, le problème de la construction de condensateurs électriques pour haute tension n'en demeure pas moins intéressant, parce que le champ des applications dont ils peuvent être l'objet n'est pas encore entièrement exploré et il peut arriver un moment où leur emploi atteindra des proportions inattendues. Dans les installations actuelles de télégraphie sans fil, dans plusieurs industries électrochimiques, telles que la production de l'ozone et principalement dans les divers procédés de fixation de l'azote de l'air, on utilise sous différentes formes les étincelles électriques à haute tension. Pour obtenir ces étincelles, il faut utiliser de grands appareils d'induction combinés avec un système de capacités appropriées, ce qui constitue le procédé de beaucoup le plus économique. Dans ces diverses industries, les condensateurs ne fonctionnent point d'une manière continue, comme c'est le cas pour les lignes de transmission d'énergie électrique ou dans les réseaux de distribution à courant alternatif. Dans ces conditions nouvelles, la sécurité du fonctionnement des condensateurs est bien mieux assurée.

La Société Siemens et Halske avait été amenée, sur notre initiative, à entreprendre dans ses usines de Vienne (Autriche) des essais complets pour étudier la fabrication des condensateurs de notre système. Il avait été convenu qu'après avoir essayé la fabrication des feuilles de cérésine par la méthode décrite plus haut, essais qui avaient été jugés complètement satisfaisants par le docteur Fellinger, on essayerait de monter les éléments dans le vide et l'on tenterait d'utiliser d'autres substances isolantes. Malheureusement, la fusion de la Société Schuckert avec la Société Siemens a eu pour résultat d'interrompre définitivement ces essais dont le résultat industriel n'est pas encore complètement assuré.

Actuellement la Société Tedeschi est donc la seule qui s'occupe, du reste avec la plus grande compétence, de la fabrication des condensateurs industriels et nulle autre maison de construction, à ma connaissance, ne peut livrer des condensateurs d'aussi grande capacité dont elle puisse garantir le fonctionnement continu sous une tension de plusieurs milliers de volts.

L'objet de cette communication a été simplement de signaler à l'attention des industriels un produit qui, malgré ses défauts, est encore le meilleur des diélectriques et d'indiquer aux

techniciens que la chose peut intéresser les résultats obtenus, dont quelques-uns sont intéressants. En même temps j'indique aux chercheurs une méthode d'étude qui, dans l'examen des substances diélectriques, concurremment avec les recherches d'ordre physique et chimique, pourra dans beaucoup de cas présenter des avantages notables.

En terminant, je dois reconnaître que le mérite des résultats qui ont été obtenus revient pour la plus grande part à la maison Tedeschi et Cie, à cause de sa persévérance dans les essais, beaucoup plus qu'à mes modestes études et je suis heureux de leur adresser mes remerciements ainsi qu'à la Société anglo-romaine d'éclairage électrique et à la Société électrique de la Haute-Italie qui, en m'autorisant au début de mes recherches à effectuer des essais avec des appareils installés sur leurs lignes, m'ont permis de faire des expériences industrielles qui ont apporté à nos recherches une précieuse contribution.

L. Lombardi,
Professeur.

QUELQUES CHIFFRES CONCERNANT L'ÉLECTRICITÉ EN ALLEMAGNE

Le catalogue officiel de la section allemande à l'Exposition universelle de Saint-Louis renferme toute une série de renseignements statistiques intéressants. Nous lui empruntons ce qui suit et qui concerne plus spécialement l'électricité.

De 1877 à 1902 il a été délivré en Allemagne 6265 brevets pour appareils électriques; pour le même objet il a été déposé, de 1891 à 1902, 6487 modèles.

En 1902, il y avait par 2114 habitants un bureau télégraphique. La longueur totale des lignes était de 134 000 km, celle des fils de 496 000 km. Le nombre de dépêches expédiées par les 26 700 bureaux télégraphiques de l'empire était de 45,2 millions, dont 32,1 millions à l'intérieur, ce qui fait une moyenne de 80 télégrammes par 100 habitants.

Le téléphone s'est, en ces vingt dernières années, développé d'une façon étonnante. Fin 1902, il existait 67 000 km de lignes téléphoniques interurbaines d'une longueur totale de fils de 1 088 000 km en 18 610 localités et 40 000 km de lignes urbaines avec 358 000 km de longueur de fils. Entre les 393 000 postes téléphoniques, dont 4000 cabines publiques, il a été tenu, en 1902, 843 millions de conversations, dont 112 millions interurbaines.

Le district de Berlin, avec 65 000 postes téléphoniques et 209 000 km de lignes de branchement, sur lesquelles il y avait, en 1902, 433 000 conversations par jour, reste comme par le passé le réseau téléphonique le plus important du monde entier.

Il y avait un bureau téléphonique par 2952 habitants. En 1900, 632 villes étrangères étaient reliées téléphoniquement avec l'Allemagne. La ligne directe la plus longue est la ligne Paris-Berlin, qui permet aussi de causer entre Berlin et Bordeaux (1750 km).

Il ne faut pas oublier les câbles sous-marins. A part quelques lignes, d'une longueur totale de 570 km, servant à relier le continent aux îles de la mer du Nord, ils servent exclusivement au trafic international. 7 câbles d'une longueur de 2205 km sont la propriété de l'Administration des Postes, dont 2 de 1158 km en Extrême-Orient; un 8e câble (Greetsiel-Valencia) n'est plus en exploitation. 6 câbles appartiennent en commun à d'autres pays. 5 câbles sont possession privée, mais exploités par l'Administration des Postes. Leur longueur totale est de 10 628 km parmi lesquels le câble Borkum-Vigo (2065 km) de la Deutsche Seetelegraphengesellschaft et le câble Borkum-Horta-New-York (7674 km) de la Deutsche-Atlantische-Telegraphengesellschaft, qui fait procéder à la pose d'un 2e câble Borkum-New-York. D'autres câbles sont projetés.

Le réseau de tramways atteignait 3000 km fin 1901. L'exploitation se fait surtout à l'électricité. La traction animale ne subsiste plus que pour 3,3 0/0 et la vapeur pour 5,9 0/0.

Au 1er octobre 1902, la longueur des chemins de fer électriques en exploitation était de 3388,48 km, la longueur totale des voies 5151,50 km. Le nombre des voitures motrices était de 12 352, celui des voitures remorquées 7967. En construction il y avait 362,49 km d'une longueur de voie de 386,30 km.

La puissance totale des machines électriques servant à la traction était, accumulateurs exclus, de 122 076 kw. En outre, il y avait des accumulateurs d'une puissance totale de 30 052,5 kw. Le total employé à la traction était donc de 152 128,5 kw, ce qui représente une augmentation de 24,7 0/0 sur l'année 1901.

Le développement des usines génératrices a suivi une progression croissante, qui a atteint son maximum de 1898 à 1900. On peut dire qu'il n'existe plus, en Allemagne, de ville au-dessus de 30 000 habitants qui ne soit pas éclairée à l'électricité. L'arrêt dans les nouvelles installations provient uniquement de ce que les besoins sont actuellement presque couverts. Voici les chiffres donnant le nombre d'usines électriques nouvelles mises en route : jusqu'en 1888, 15; en 1889, 7; 1890, 8; 1891, 13; 1892, 22; 1893, 31; 1894, 36; 1895, 61; 1896, 70; 1897, 101; 1898, 148; 1899, 135; 1900, 129; 1901, 72; au 1er avril 1902, 14; non indiquées, 8; au total, 870. Elles se répartissent sur 843 localités, 69 étaient en construction ou décidées en principe.

Le tableau suivant indique les chiffres comparés pour 1901 et 1902 du nombre d'usines et de leur puissance pour les différents modes d'exploitation.

Mode d'exploitation.	Nombre des usines.		Puissance des machines en kilowatts.		Puissance totale des machines et des accumulateurs en kilowatts.	
	1901	1902	1901	1902	1901	1902
Courant continu avec accumulateurs.	600	684	122 367,7	150 499,7	168 314	208 748,3
Courant continu sans accumulateurs.	24	25	4 634,7	6 154,2	4 634,7	6 154,2
Courant alternatif (mono et diphasé).	44	45	27 547,5	30 483,5	27 547,5	30 543,5
Courant triphasé	45	52	40 759	75 925	41 634	77 756
Courant triphasé et courant continu.	43	50	86 985,1	86 614,3	102 510,9	106 559,3
Courant alternatif et courant continu.	10	12	6 874	7 476	6 979	8 041
Génératrices monocycliques	—	2	—	±	—	970

Les machines électriques de toutes les usines génératrices, — accumulateurs mis à part, — ont une puissance totale de 357 992,9 kilowatts; les accumulateurs employés ont une puissance totale de 80 779,4 kilowatts; ce qui fait, en 1902, pour les 870 usines électriques, une puissance totale de 438 772,3 kilowatts. Quant à la force motrice employée, elle se répartit comme suit :

Force motrice.	Nombre d'usines.	Puissance totale des machines en kilowatts.
Vapeur	509	282 363,1
Eau	84	24 146,1
Gaz	52	4 790,3
Electricité (venant d'une autre usine)	4	256
Vent	1	220
SYSTÈMES MIXTES :		
Eau et vapeur (tantôt l'une tantôt l'autre comme secours.	193	40 493,1
Eau et gaz (tantôt l'un, tantôt l'autre comme réserve)	7	639,6
Vapeur et gaz (tantôt l'un, tantôt l'autre comme réserve)	4	2 143
Eau et moteur à pétrole	6	242,7
Eau, vapeur et gaz	1	96
Electricité et vapeur (la 1re d'une autre usine)	4	1 953
Electricité et eau (la 1re d'une autre usine)	2	150
Non indiqué	3	500
Total	870	357 992,9

La vapeur entre donc pour 58,6 0/0 du nombre et 79 0/0 de la puissance.

Sur ces usines se trouvent branchés 4 200 203 lampes à incandescence, 84 891 lampes à arc et des électromoteurs d'une puissance totale de 192 059 ch.

Il existe aujourd'hui, en Allemagne, environ 80 sociétés électrotechniques, avec un capital-actions de 520 millions de marks, dont 250 millions pour sociétés de fabrication et 270 millions pour sociétés d'entreprises et d'exploitation. Ces sociétés exécutent annuellement pour environ 300 millions de marks de commandes, dont la majeure partie va à l'étranger.

Les grandes maisons de fabrication, en dehors de nombreux techniciens, emploient environ 1950 ingénieurs, qui se répartissent comme suit :

Directeurs généraux et ingénieurs en chef,	env. 17 0/0
Laboratoire, essai des machines, appareils et matériaux, recherches et étalonnages,	5 0/0
Calcul des machines, appareils, résistances, enroulements,	3 0/0
Construction des machines, appareils, tableaux, chemins de fer,	19 0/0
Directeurs d'ateliers et d'usines, dans l'exploitation,	4 0/0
Directeurs d'usines centrales en régie propre,	5 0/0
Directeurs aux montages,	9 0/0
Etablissement des projets, devis, dont 21 0/0 à la maison-mère et 33 0/0 dans les succursales.	54 0/0
Littérature, publications, statistiques,	1 0/0

Georges ISAAC,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

L'ÉLECTRICITÉ

A L'ASSOCIATION ANGLAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES A CAMBRIDGE

(Suite et fin) (1).

La traction électrique sur le North Eastern Railway and Tyneside. — Les auteurs de ce travail, MM. C. Merz et W. Mac Lellan donnent une très intéressante description de la ligne à troisième rail qui fonctionne depuis six mois dans le district de North Eastern. Une partie de ce travail avait déjà été donnée dans l'étude présentée à l'Institution des ingénieurs électriciens dont nous avons rendu compte ici même, de telle sorte que nous n'avons rien de spécial à ajouter quant à la station génératrice de Carville et à ses machines. Le but de cette conférence nouvelle était de parler des développements récemment réalisés sur la ligne électrique de la Tyne et d'indiquer quelques principes généraux relativement à la production économique de l'énergie et à sa distribution industrielle. La transformation des lignes suburbaines du North Eastern a été entreprise, non pas tant pour diminuer le parcours des voyageurs que pour développer le trafic suburbain et rendre plus fréquent le service interurbain sur les 40 milles de la ligne. Les courants triphasés à la fréquence 40 produits à la station de Carville sous 6000 volts, sont transmis à cinq sous-stations où ils sont transformés par convertisseurs rotatifs et transformateurs statiques en courant continu à 600 volts pour alimenter le rail conducteur. Il y a trois lignes distinctes partant de Newcastle pour Tynenworth et la côte : la grande ligne qui dessert les districts suburbains au nord et à l'est de Newcastle (Jesmond, Gorforth et Benton) ; la ligne directe allant à Wallsend et North-Shields et la ligne de la rivière qui rejoint la précédente à un mille à l'ouest de North Shields et qui est principalement employée au transport des marchandises et des minerais le long du fleuve.

En plus de ces sections, la ligne principale a été équipée électriquement entre la station centrale et Benton, et au nord-est, de Newcastle à Ponteland, 8 autres milles de voies viennent d'être exploités à la traction électrique.

Le service, antérieurement à la transformation, comprenait, sur la ligne directe, à peu près des trains toutes les heures avec quelques départs supplémentaires le matin et le soir pendant les moments d'affluence ; sur les autres lignes, les intervalles entre les trains variaient de une à deux heures. Afin de créer un trafic plus fréquent sur les lignes suburbaines et de faciliter le parcours aux voyageurs, on a adopté un service de trains par quart d'heure sur toutes les lignes à l'exception de celle de la rivière qui n'est guère employée que pour le transport des marchandises.

Parmi les autres points traités par les conférenciers, on peut citer les précautions prises sur les lignes électriques contre l'incendie. Dans le cas d'un court-circuit et jusqu'à ce que les dispositifs de sécurité interviennent, la capacité totale de la station génératrice, c'est-à-dire 15 à 20 000 ch, tend à la formation et au maintien d'un arc qui enflamme facilement tous les matériaux de la ligne ordinairement combustibles. C'est pourquoi le problème comprenant la suppression de tous les risques d'incendie dans le cas d'une avarie quelconque aux circuits, nécessitait, pour être résolu, un examen minutieux de la question. Il fallait décider s'il était préférable de disposer les connexions et l'isolement de manière qu'en cas de dommage de l'un des conducteurs, la perte soit insuffisante pour la formation d'un arc dangereux, ou bien si cette perte pouvait suffire à faire fonctionner un coupe-circuit automatique. Il a semblé que la solution correcte de la question ne devait pas résider dans une sorte de compromission, mais dans l'arrangement de certains circuits en un premier réseau, en réservant un second réseau pour tous les câbles qui se trouvaient sous le contrôle immédiat du mécanicien. C'est ainsi que la canalisation complète d'une voiture devait être divisé en trois parties comprenant sur chaque voiture :

1° Les sabots collecteurs et les connexions du commutateur principal ;

2° La canalisation principale de la voiture allant des contacts aux moteurs et aux résistances.

3° Les circuits de commande, d'éclairage et des compresseurs d'air.

Les connexions des frotteurs supportent des courants très intenses ainsi que le circuit allant aux moteurs et bien que les premiers ne soient pas sous le contrôle du mécanicien, à moins que les frotteurs soient soulevés du rail, les derniers circuits peuvent être coupés de leur connexion avec le rail conducteur au moyen du commutateur principal. Les circuits de l'éclairage et du compresseur d'air d'un autre côté ne comportent pas des courants intenses. En résumé, la canalisation a été disposée de manière à garder les circuits ci-dessus entièrement distincts et indépendants l'un de l'autre, de manière à éviter tout croisement.

Le circuit des moteurs, de l'éclairage, du compresseur d'air et du compteur sont renfermés dans des conduits ininflammables avec une distance très ample entre les conducteurs, mais les connexions du collecteur au commutateur principal, n'étant pas directement sous le contrôle du mécanisme, sont renfermées dans un tube d'acier de 1/8 d'épaisseur avec des mises à la terre. Tous les fils et câbles sont revêtus d'une composition à l'épreuve du feu ; le dessous de la voiture est éga-

(1) Voir l'*Electricien*, 19 septembre 1904, p. 187.

lement protégé par une feuille d'acier recouverte d'une épaisse couche d'uralite. Sur la ligne de la rivière, où l'on avait éprouvé de grandes difficultés pour ventiler les tunnels, le transport des marchandises s'effectue à l'aide de locomotives électriques.

En présence des nombreux accidents qui sont survenus sur la voie électrique du North Eastern du fait du troisième rail et des réclamations qui en ont résulté contre ce système, les auteurs ont donné quelques renseignements à ce sujet. Le rail conducteur, qui est en acier de haute conductivité et pèse 38,25 kg le mètre, est supporté par des isolateurs fixés à des traverses et se trouve à une distance de 0,40 m du rail de roulement le plus voisin. Si la voie est double, les rails conducteurs de chaque voie sont placés normalement entre les deux voies, mais aux croisements et embranchements, le rail est transféré à l'extérieur de la voie, les voitures étant munies de frotteurs des deux côtés. Aux endroits fréquentés par les piétons, comme aux stations, près des docks, etc., les conducteurs sont protégés par des planches créosotées, boulonnées de chaque côté du rail.

Il faut remarquer que l'équipement électrique d'une voie de chemin de fer en Angleterre et sur laquelle des locomotives électriques à vapeur circulent pour les grandes lignes et le service des marchandises, présentent certaines difficultés qui n'existent pas sur les lignes construites exclusivement pour la traction électrique.

A part certaines considérations particulières aux grandes lignes de chemins de fer, la construction type adoptée en Angleterre, le genre de ballast, les tunnels, les stations, la petite distance existant entre les rails de roulement au quai de charge; le haut degré d'humidité de l'atmosphère, tout cela sont autant de faits qui rendent plus difficile que partout ailleurs la solution du problème relatif aux connexions du rail d'alimentation avec les câbles d'alimentation; enfin le sectionnement du troisième rail, la protection nécessaire sur certains points, toutes ces questions doivent être spécialement résolues pour chaque cas en particulier.

La Compagnie du North Eastern Railway emprunte l'énergie électrique de la station centrale de Carville pour d'autres applications que le fonctionnement électrique de ses lignes. Elle compte, en usage, ou elle comptera tout prochainement, 1000 lampes à arc, 20 000 lampes à incandescence et 100 moteurs représentant un total de 2000 ch; ces moteurs sont employés à différentes fonctions telles que cabestans, grues, etc., dans les docks et les gares de marchandises. En outre, la grande station de départ de Newcastle, les grands dépôts de marchandises qui sont dans son voisinage immédiat et plus de trente stations de voyageurs vont être installées électriquement très prochainement. Le dépôt des locomotives de la Compagnie, qui est situé à Gateshead, tous les bureaux de tous les services, les ateliers de réparation de Blaydon, de Newton et de Percy sont également montés électriquement, moteurs et éclairage. Excepté dans le cas où l'éclairage à courant continu existait précédemment, le système adopté a été la transformation de courants triphasés à haute tension en courants triphasés à basse tension, sous une tension de 440 volts entre les conducteurs extérieurs; les moteurs et les lampes sont alimentés par les mêmes transformateurs. Les avantages de ce système sont : premièrement, que l'éclairage et le réseau de force motrice sont indépendants des courts-circuits se produisant au troisième rail; secondement, la distribution par l'éclairage et la force motrice est indépendante de toute machine tournante; troisièmement, le réglage de la tension est automatique; quatrièmement, on peut employer la plus simple forme de moteur, le moteur à induction, sans anneaux de commutation ni balais d'aucune sorte.

Les circuits à basse tension sont alimentés au moyen de douze sous-stations principales; cinq sont combinés avec les sous-stations de traction électrique et sept sont des sous-stations spéciales pour l'éclairage et la force motrice seulement. Si l'on examine maintenant les conclusions générales du travail de MM. Merz et Mac Lellan, on voit qu'ils proposent comme dispositif idéal le plus économique que tous les réseaux d'une région industrielle soient alimentés au moyen d'un seul système de transmission et de distribution d'énergie. Il semble très probable que, dans quelques années, toutes les installations électriques, éclairage, force motrice et traction dans de larges régions industrielles, comme dans les comtés de Durham et de Northumberland, seront alimentées au moyen d'un seul réseau. De tels perfectionnements jettent un nouveau jour sur certains problèmes, notamment la traction électrique des grandes lignes; de même les grands consommateurs, c'est-à-dire ceux qui dépensent 5 millions d'unités par an, pourront obtenir l'énergie à 0,08 fr environ l'unité du Board of Trade. Au point de vue du prix d'exploitation, l'équipement électrique des chemins de fer devient alors une question pratique et de plus le capital engagé est nécessairement très réduit puisqu'il se borne à couvrir l'équipement électrique de la ligne et du matériel roulant. Les conférenciers pensent que l'industrie électrique future de l'Angleterre dépend principalement des décisions que prendront les grandes compagnies de chemins de fer et les consommateurs de force motrice. Il y a peu de temps, on accumulait les objections contre les stations mixtes d'éclairage et de traction, mais celles-ci ont démontré par la pratique l'inanité de ces objections.

A.-H. B.

CHRONIQUE

La méthode Hopkinson appliquée aux moteurs à induction.

Ce travail a été présenté par le Dr Sumpner et M. K. Weekes. L'application de la méthode Hopkinson aux machines à courants triphasés présente quelques particularités et les auteurs de ce travail qui ont récemment essayé un certain nombre de moteurs à induction par cette méthode la trouvent tellement satisfaisante qu'ils trouvent utile de relever tous les détails de l'expérience. La pratique leur a démontré qu'avec cette méthode on retire tous les avantages de l'essai Hopkinson sur les machines à courant continu. Si même il y a quelque différence, les dispositifs sont plus faciles à réaliser avec les moteurs à induction qu'avec les dynamos et l'exactitude des résultats est plus grande avec le matériel à courants triphasés qu'avec les machines à courant continu. — A.-H. B.

La télégraphie sans fil à travers le lac Baïkal.

Grâce à l'initiative du ministre des voies et communitions de Russie, le prince Khilkoff, on est en train d'installer une communication par télégraphie sans fil entre les stations Baïkal et Tankha, à travers le lac Baïkal. Il avait d'abord été question d'employer les appareils du système Popoff, mais il fut décidé dans la suite d'employer plutôt le système Slabi-Arco-Braun, qui appartient à la maison Siemens et Halske de Berlin. Les appareils de ce système ont été essayés à la distance de 75 km, ils vont donc être suffisants pour transmettre les dépêches à une distance de 40 km, largeur du lac en ce point. Les frais de construction vont être fournis par l'administration du chemin de fer Zabaïkal et Krougobaïkal. (Au delà de Baïkal et autour de Baïkal). Un ingénieur allemand, accompagné d'appareils, vient d'arriver sur les lieux où doivent être commencés les travaux de la station Baïkal. Deux mâts de 45 m de hauteur vont être élevés derrière la station du chemin de fer; ils seront réunis entre eux par un fil d'acier de 65 m de longueur. La station télégraphique va être placée entre les mâts; l'énergie électrique va être fournie par la station centrale d'éclairage. Une station semblable va être placée de l'autre côté du lac. — O. D.

Expériences sur la reproduction et la transmission du son à distance.

Un des membres de la Société de physique et de médecine de la ville de Tamboff (Russie), N. V. Goriounoff, vient d'effectuer au mois de mai dernier quelques expériences relativement à la reproduction et à la transmission du son à distance. Le microphone récepteur du son était placé à l'étage supérieur à une distance de 45 m de la salle. Le son était transmis :

1° Par une bouteille de verre contenant un liquide; l'expérimentateur, dont le corps remplaçait un conducteur, était en train de se promener le long de la salle avec une bouteille qu'il tenait sur un plateau; la bouteille reproduisait le son. Aussitôt que la bouteille fut placée sur une chaise, le son disparut;

2° Par deux fils d'argent placés de part et d'autre d'une bougie allumée

3° Par un tube de Crookes dans lequel les effluves continuèrent à se produire malgré la transmission du son;

4° Par un condensateur construit par l'expérimentateur et basé sur la transmission du son par les métaux.

Dans tous ces cas, sauf le 3e, la musique fut entendue avec une netteté parfaite. La voix fut transmise moins bien.

L'expérimentateur s'était servi dans ces expériences d'une bobine d'induction, qui donnait des étincelles de 20 cm de longueur. A la fin des expériences, M. Goriounoff a fait une démonstration de la transmission du son au moyen de la flamme, mais avec un dispositif nouveau. — O. D.

La télégraphie sans fil en Russie.

Afin d'obtenir les meilleurs résultats possible dans le domaine de la télégraphie sans fil, dans ses applications sur terre et sur mer et aussi dans le but de contribuer au développement de cette industrie en Russie, la Compagnie anonyme des établissements russes Siemiens et Halske vient de former une section spéciale pour l'exploitation de la Télégraphie sans fil, système Popoff, avec le concours de la Compagnie Berlinoise de télégraphie sans fil.

Cette fusion des deux systèmes : l'un inventé en Russie par le professeur A. S. Popoff et l'autre comprenant les inventions et la longue pratique de la Compagnie Berlinoise de télégraphie sans fil, va sans doute donner les moyens d'employer en Russie des appareils à la hauteur des exigences modernes. — O. D.

Lampe à arc de longue durée « Siva ».

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* signale l'apparition, sur le marché, d'une nouvelle lampe à arc, qui a reçu l'appellation de « Siva » et qui est construite par la maison Ehrig et Graetz, de Berlin. Cette lampe, du type de la lampe Lilliput, est aujourd'hui en vente sous deux modèles, tous deux destinés, provisoirement, à ne recevoir que du courant continu. Le modèle 1, avec une consommation de courant de 1 ampère sous 110 volts, fournit à peu près 150 bougies; le modèle 2, avec une consommation de 3 1/2 ampères donne environ 600 bougies. La lampe à 1 ampère brûle durant environ 10 heures avec une même paire de charbons, la lampe à 3 1/2 ampères durant 20 heures. Le charbon supérieur restant peut encore servir comme charbon inférieur. La résistance est logée dans le corps même de la lampe, en sorte que l'on n'a pas à installer un rhéostat sur le circuit extérieur. La maison Ehrich et Graetz a en outre construit une prise de courant qui permet de substituer une lampe Siva à une lampe à incandescence quelconque. La lampe Siva offre un avantage important : c'est que, quand les baguettes de charbon sont usées, le circuit s'interrompt automatiquement; on évite ainsi les courts circuits et la détérioration de la bobine de dérivation. Une soupape d'un modèle spécial, pour laquelle les constructeurs ont pris un brevet, est destinée à prévenir les explosions dans le globe. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — No 719 8 Octobre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 8, Paris, XVe.*

LA VOITURE DE MESURE

DE LA GRANDE SOCIÉTÉ BERLINOISE DES TRAMWAYS

La grande Société Berlinoise des Tramways, peu de temps après avoir utilisé la traction électrique sur toutes ses lignes, a mis en service une voiture à accumulateurs à quatre essieux, pourvue de différents instruments de mesure, pour servir d'une façon provisoire à la détermination de la consommation d'énergie et d'autres conditions de service sur les différentes lignes. Les intéressants résultats obtenus au moyen de cette voiture engagèrent alors la Société à faire construire une voiture spéciale de mesure comprenant une installation complète pour effectuer toutes les déterminations qui pourraient se présenter en cours de service.

Cette voiture, représentée figure 1, comprend deux compartiments dont l'un est exclusivement affecté aux mesures, tandis que l'autre est destiné à recevoir les employés chargés des expériences. Quant à son aspect extérieur, la voiture ne diffère guère des voitures ordinaires employées par la même Société; elle est placée sur des trucks à traction maximum. Sa distance entre les deux essieux moteurs est de 5,5 m et l'empattement des roues de 1300 mm; le poids total est de 13 050 kg.

L'appareillage électrique, fourni par la Société d'électricité l'Union de Berlin, consiste en deux moteurs GE 52 à courant continu (à induit à 5 enroulements pour chaque côté des bobines), d'un rendement normal de 23 ch, de deux coupleurs B 8 et de disjoncteurs principaux et automatiques, parafoudres, fusibles, etc. Les moteurs de tous les types employés par la Société des tramways peuvent être montés sur l'essieu afin d'y être soumis à des essais. On a pourvu la voiture de trois freins entièrement indépendants, à savoir : un frein à main, un frein magnétique du système Sperry et un frein pneumatique du système H. H. Bœker. L'emploi respectif de ces différents types de freins permettra de les comparer sur la même voiture, de façon à déterminer exactement leur rendement, la consommation de courant, etc. Le courant arrive à la voiture par des conducteurs soit aériens, soit souterrains.

Dans le compartiment de mesure, les différents instruments ont été installés, partie sur un tableau de distribution en marbre, partie sur

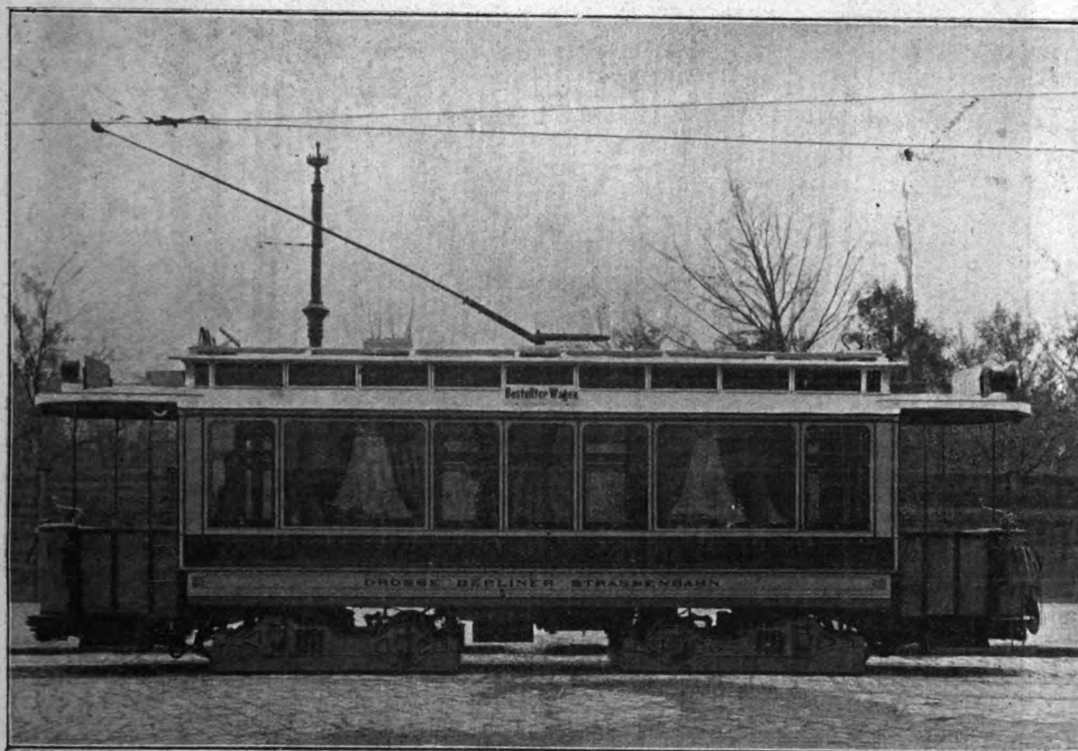


Fig. 1. — Voiture spéciale de mesures et d'essais de la Société berlinoise de tramways.

une table de mesure; les premiers servent essentiellement aux essais alors que les derniers sont des instruments de précision destinés aux mesures précises. Sur le tableau de distribution (fig. 2) on remarque :

Un disjoncteur principal et automatique du circuit de traction, des voltmètres et des tachymètres; deux watts-heure-mètres, du système de la compagnie l'Union, pour mesurer la consommation d'énergie des moteurs, sont montés en série de façon à pouvoir se contrôler l'un l'autre; un watt-heure-mètre, du système de l'Allgemeine Elektricitæts Ges., est destiné au circuit de chauffage électrique de la voiture; on y voit enfin des instruments enregistreurs de l'intensité du courant, de la tension et de la vitesse. Ces derniers sont munis du dispositif à enregistrement par étincelles de la maison Siemens et Halske, dispositif se prêtant parfaitement à inscrire avec la plus grande précision les oscillations même les plus rapides. Il y a en plus un appareil à mesurer la vitesse, à commande électrique, indiquant immédiatement le nombre de kilomètres parcourus par heure.

La table de mesure (fig. 4) comprend :

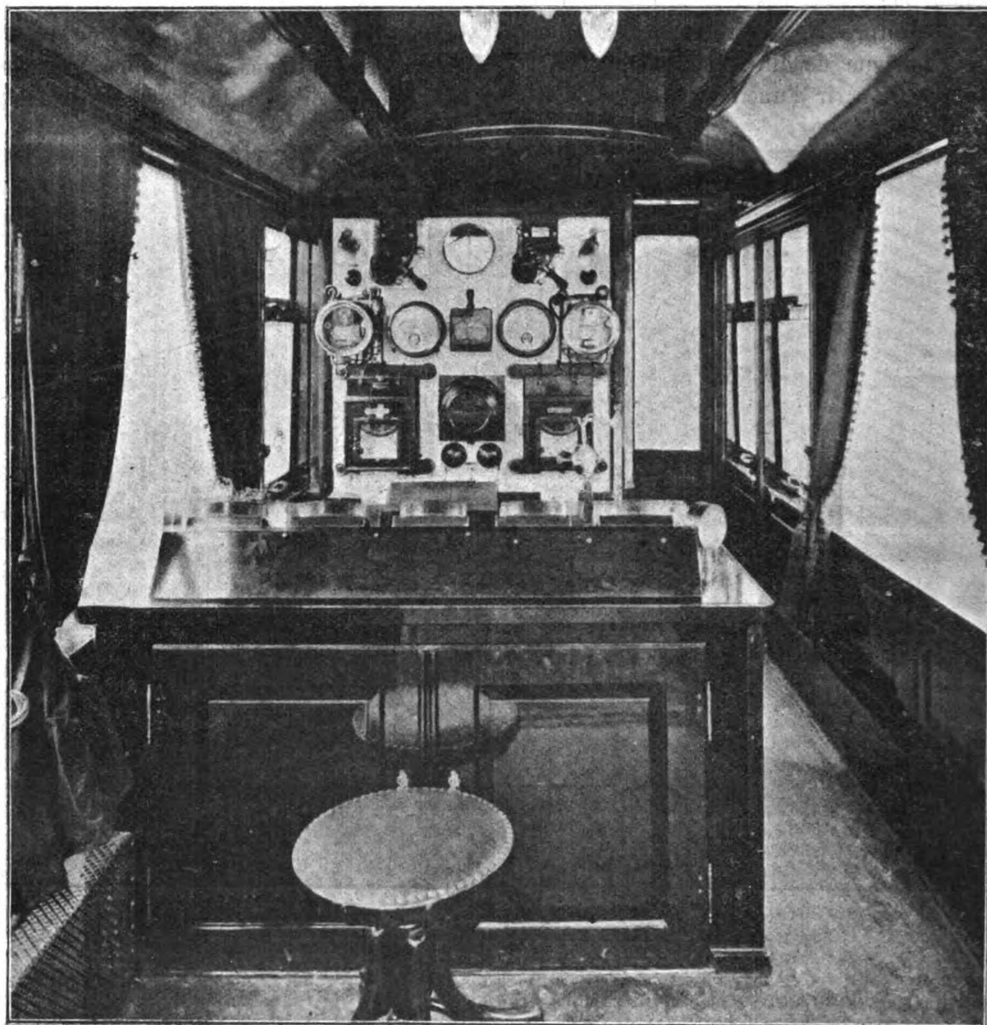


Fig. 2, — Tableau de distribution installé dans la voiture de mesures et d'essais de la Société berlinoise de tramways.

Un instrument de précision combiné pour mesurer l'intensité et la tension du courant principal de traction; un ampèremètre de précision pour chacun des moteurs; un voltmètre de précision mesurant la différence de potentiel aux balais de chacun des deux moteurs; un ampèremètre de précision pour le circuit du frein magnétique; tous ces instruments ont été fournis par la « European Weston Company ». Il y a en plus un enregistreur des distances, comptant en mètres les distances parcourues par la voi-

Fig. 3. — Schema des connexions de la voiture de mesures et d'essais de la Société berlinoise de tramways.

ture; un appareil donnant immédiatement la pente de la voie au moyen d'un pendule dont la déviation est transmise à une aiguille se déplaçant sur une échelle divisée en angles; un manomètre mesurant les pressions dans le réservoir à air du frein pneumatique; un autre manomètre pour vérifier si le compresseur fonctionne sans charge ou bien comprime l'air, et enfin un chronographe comptant les secondes.

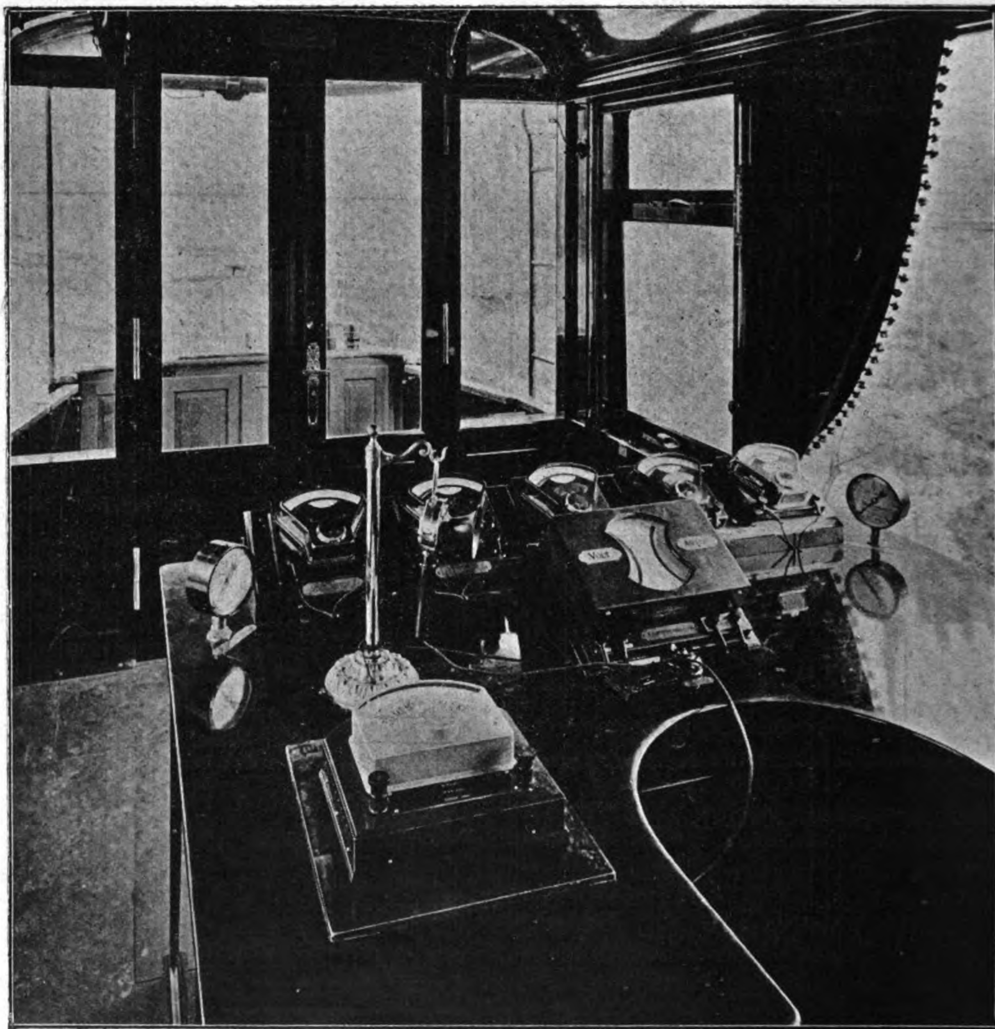


Fig. 4. — Table de mesures installée dans la voiture de mesures et d'essais de la Société berlinoise de tramways

La figure 3 donne le schéma des connexions de la voiture.

Entre la table de mesure et les deux cabines du wattman on a établi une communication téléphonique à l'aide d'un téléphone haut-parleur du système Mix et Genest. Nous mentionnerons encore un dynamomètre enregistreur à traction, s'accouplant entre les voitures automotrices et de remorque et un appareil Siemens et Halske pour vérifier les isolations. La voiture contient également une collection complète de cartes et de plans de toutes les lignes, donnant tous les détails relatifs à la longueur de ces lignes, la position des stations centrales, des points d'alimentation, etc. En dehors de son emploi pour des essais pratiques, la voiture est destinée à servir à l'instruction des employés du contrôle ainsi qu'à celle des wattmen.

Nous devons les détails ci-dessus, ainsi que les photographies que nous reproduisons, à l'obligeance de l'Allgemeine Elektricitæts Gesellschaft de Berlin.

A. GRADENWITZ.

TRAITEMENT DES FARINES

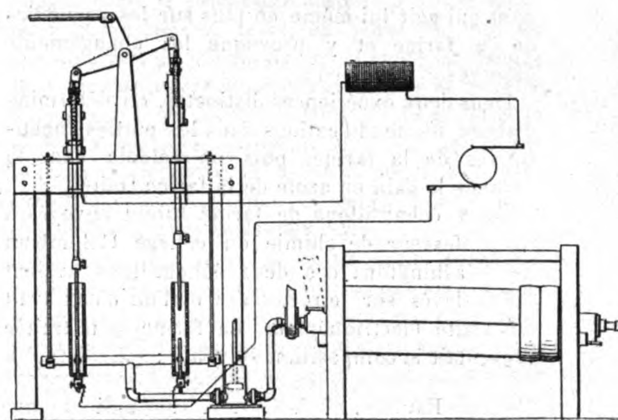
PAR L'ÉLECTRICITÉ

Les farines fournies par les céréales et les légumineuses sont constituées par des matières organiques azotées : gluten, albumine, fibrine, caséine, etc., par des matières grasses et quelques matières organiques non azotées. Les propriétés nutritives de ces farines étant sensiblement proportionnelles à leur teneur en substances azotées, il en résulte que la valeur boulangère d'une farine est déterminée par sa teneur en matières azotées, et spécialement en gluten. Or, au contact de l'air, la farine absorbe l'humidité, et cette absorption est la cause fréquente de son altération, car elle s'agglomère, et le gluten se décomposant perd ses qualités nutritives au point de rendre même le produit plus ou moins insalubre. On a préconisé certains milieux gazeux pour traiter et purifier les farines médiocres, réduire leurs composés hydratés et augmenter leur teneur en gluten et en parties nutritives. M. James Alsop de Owensboro, Kentucky, des États-Unis d'Amérique, vient de faire présenter un procédé électrique et un appareil destiné à créer un milieu gazeux spécial et à traiter les farines par l'arc électrique. *Western Electrician* de Chicago, qui publie cette nouvelle et curieuse application de l'arc électrique, nous apprend que l'on n'a pas pu analyser très exactement la composition du gaz résultant, au milieu duquel les farines peuvent s'améliorer. On a simplement constaté que l'air atmosphérique, transformé de cette manière, contient certains peroxydes d'azote et des traces d'ozone.

L'appareil de M. Alsop (voir figure ci-contre), se compose de deux paires d'électrodes renfermées chacune dans un tube qui communique à un troisième tube, lequel aboutit à un rouleau ou tambour dans lequel se trouve la farine à traiter; sur le parcours de ce dernier tube, une pompe refoulante envoie l'air nécessaire dans le tambour. Les électrodes inférieures sont fixes et assujetties dans les deux tubes au moyen de vis; les électrodes supérieures sont mobiles à l'extrémité de tiges à glissières, et peuvent être alternativement éloignées et rapprochées des électrodes inférieures à l'aide d'un double levier et d'une manette. Le tout est maintenu rigide par un cadre à piédestal muni d'une traverse. Les deux groupes d'électrodes sont reliés à une source d'énergie électrique dans le circuit de laquelle se trouve intercalée une bobine de self-induction.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant. Supposons que les électrodes occupent la position indiquée sur la figure; le courant traverse celles de gauche. Dès que l'on fait manœuvrer le levier vers la droite, l'électrode supérieure de gauche se soulève et l'arc jaillit dans le tube, transformant, au bout d'un instant, l'air environnant en un milieux gazeux ayant les propriétés désirées; au moyen de la pompe, ce gaz est envoyé dans le tambour contenant la farine et la pénètre dans toutes ses parties par suite de la rotation de ce tambour. Le mouvement du levier se continue inversement, l'arc éclate dans le tube de droite et ainsi de suite.

L'action de la bobine de self est la suivante : lorsque chaque paire d'électrodes est amenée au contact, ce qui produit un court circuit dans l'appareil, la bobine se trouve excitée; et, dès que les électrodes sont séparées et que l'arc jaillit, la résistance s'accroît et la force magnétisante de la bobine diminue; ces variations engendrent un extra-courant dans le circuit de même direction que le courant primitif et proportionnel à la variation magnétique de la bobine. La diminution de la force magnétisante de la bobine provoque



une augmentation de potentiel aux électrodes, ce qui leur permet de surmonter la résistance de l'air environnant; la distance augmente jusqu'à ce que les électrodes opposées viennent à leur tour au contact et amènent un nouveau court circuit. Le tambour dans lequel se traite la farine est de forme hexagonale en bois; et, à l'intérieur, des palettes fixées à la périphérie soulèvent la farine, la laissent retomber et permettent ainsi un mélange intime de toutes les particules avec le gaz environnant. Tout en conservant le maximum des matières nutritives dans sa composition, la farine de froment, de qualité supérieure, doit présenter une belle couleur blanche qui augmente sa valeur marchande; jusqu'ici, on n'a pu obtenir son blanchiment que par des falsifications, additions de matières minérales telles que craie, poudre d'os, phosphates; à moins de produire par un blutage spécial, ce qu'on appelle la fleur de farine, qui est obtenue avec la partie centrale du périsperme.

Il paraît qu'après passage dans l'appareil de M. Alsop, la farine ordinaire acquiert sans plus de préparation la couleur blanche désirée et cela sans qu'aucune des qualités nutritives ne soit amoindrie, au contraire, celles-ci s'en trouvent

augmentées dans des proportions très appréciables, ainsi que l'ont démontré les analyses. De plus, on sait que le mode le plus ordinaire pour apprécier une farine est de la délayer dans son volume d'eau; ce mélange doit donner une pâte adhérente au doigt, liante, homogène, élastique et se pelotonnant sous la main par compression. En réalisant cet essai sur deux parties de farine, l'une ordinaire et l'autre traitée électriquement par le procédé Alsop, on a trouvé une grande différence de consistance, de blancheur, d'élasticité et la quantité de gluten était de beaucoup plus considérable dans la farine traitée électriquement.

L'analyse a démontré que ce changement était principalement dû à la réaction chimique qui incorporait de nouveaux composés azotés dans la farine; on pense que cette combinaison s'effectue en partie grâce à l'ionisation de l'air environnant qui agit lui-même en plus sur les particules de la farine et y provoque les changements observés.

Dans deux expériences distinctes, on détermina d'abord les modifications dans les parties constitutives de la farine, puis on calcula dans la seconde le gain en azote de la farine traitée.

Deux échantillons de farine furent envoyés à un professeur de chimie du collège Colombian de Washington; ces deux échantillons avaient été prélevés sur le même sac et l'un d'eux avait été traité électriquement. La farine non traitée présentait la composition suivante :

Eau.	9,84
Amidon.	74,11
Substances grasses. . .	0,62
Cendres et poussières. .	0,44
Parties nutritives. . . .	14,99

Quant à la farine traitée électriquement, elle possédait les caractéristiques suivantes :

Eau.	10,13
Amidon.	62,24
Substances grasses. . .	0,62
Cendres et poussières. .	0,30
Parties nutritives. . . .	26,71

Il en résulte que l'augmentation des parties nutritives est de 11,72, gain obtenu par la diminution de l'amidon et des poussières.

La seconde analyse fut confiée à M. Henry, professeur de sciences physiques à l'université de Princeton; il trouva que la farine ordinaire contenait 0,054 gr d'azote par gramme de farine et qu'après traitement électrique cette quantité avait été portée à 0,075 gr.

Georges DARY.

LES SYSTÈMES DE PROTECTION CONTRE LA CHUTE DES FILS TÉLÉPHONIQUES ET AUTRES SUR LES LIGNES AÉRIENNES DE TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

Sous ce titre, nous avons déjà donné, dans l'*Électricien* du 7 mai dernier, un résumé des réponses faites au questionnaire, adressé aux sociétés exploitant des tramways électriques par l'Union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local, en vue du congrès international qui se tient actuellement à Vienne (Autriche).

M. Petit, ingénieur, chef de division de la Société nationale des chemins de fer vicinaux à Bruxelles, a été chargé du rapport relatif à cette intéressante question.

Après avoir résumé les réponses faites au questionnaire, le rapporteur ajoute qu'il ne faut pas en conclure que l'enquête actuelle n'apportera pas quelque lumière pour élucider le problème posé, car les réponses envoyées contiennent de nombreuses et utiles indications sur les avantages et les inconvénients des divers systèmes de protection employés et justifient les conclusions qu'il se propose de soumettre au vote de l'assemblée.

Nous ne saurions mieux faire que de reproduire maintenant en partie le texte de cet intéressant rapport :

« La réglette en bois, qui fut appliquée dès le début de l'installation des lignes par trolley, compte encore de nombreux partisans; elle est d'installation facile et rapide, relativement peu dispendieuse, et dans la plupart des cas de ruptures de fils téléphoniques, elle s'est bien comportée.

L'administration des téléphones de Belgique a fait un relevé des accidents qui se sont produits pendant une période de neuf années, de 1894 à 1903; tous les réseaux de tramways, à l'exception d'un seul, employaient les réglettes; on signale quarante-cinq accidents, la plupart peu graves, ayant eu seulement pour conséquence la brûlure des fils fusibles, c'est-à-dire le fonctionnement des appareils de sécurité.

Ce relevé constate d'ailleurs, que si dans certains cas d'accidents, les réglettes étaient en bon état, dans beaucoup d'autres le contact s'est produit parce que les réglettes protectrices étaient disjointes, ou que, par suite du mauvais état ou de l'absence des crochets, le fil téléphonique a été

entraîné au delà de la zone protégée ou enfin que la protection faisait complètement défaut.

Les accidents les plus graves se sont produits lorsque le fil téléphonique brisé se trouvant sur le sol, a été entraîné par des chevaux ou des attelages au moment où il ne présentait aucun danger; cet effort a arraché les réglettes et produit l'accident.

Dans des cas semblables, absolument spéciaux, croit-on qu'un autre système se fût mieux comporté?

D'ailleurs ce relevé statistique d'accidents ne pourrait faire condamner les réglettes que si l'on pouvait lui en opposer un autre dressé pour des lignes de même importance comme longueur et comme trafic, protégées par des fils de garde; cette statistique devrait prouver que ce système s'est montré plus efficace.

Je ne pense pas que semblable preuve puisse être faite et, bien que d'application récente en Belgique, le fil de garde a également de nombreux accidents à son actif.

La réglette présente cet avantage sérieux de ne pas compliquer l'équipement des lignes aériennes; cette considération a son importance, si l'on se rappelle l'opposition que, pour des raisons d'esthétique, ce système de traction a rencontrée dans de nombreuses villes.

Les administrations de tramways n'hésitent pas à reconnaître que l'entretien des réglettes en bois est assez coûteux, qu'il exige une surveillance active et continue, mais, malgré cet inconvénient, ces administrations n'ont pas condamné ce système, car au point de vue de la sécurité et de la régularité de l'exploitation, il ne donne lieu à aucun inconvénient et de plus il s'adapte à tous les systèmes de prise de courant, soit l'archet, soit la roulette.

Nous ne pensons pas utile d'examiner ici les nombreux dispositifs employés pour assurer la fixation de la réglette sur le fil de trolley et éviter une détérioration trop rapide par le passage de la roulette; c'est une question d'application qui ne rentre pas dans le cadre de ce rapport; le meilleur système, au point de vue des frais d'entretien, est celui qui, quelle que soit l'usure de la gorge de la roulette, met la baguette hors d'atteinte des bords de la roulette.

* * *

Le dispositif de protection par fil de garde présente de nombreuses variétés dans l'application; certaines administrations se contentent d'un seul fil tendu parallèlement au fil de trolley; à d'autres, on a imposé l'installation de plusieurs fils formant presque berceau au-dessus du fil de contact; tantôt les fils de garde sont isolés; dans la plupart des cas, ils sont reliés à la terre, et enfin, ici les fils sont en cuivre ou en bronze de haute conductibilité, là on impose le fil d'acier.

Le système par fil de garde isolé est peu employé; s'il est efficace en cas de rupture d'un fil téléphonique, s'il ne produit pas de court-circuit par le décâblement de la perche, il constitue, s'il vient à se rompre lui-même et à toucher le fil de trolley, un danger pour le public et pour le personnel. Aussi peu d'administrations s'en déclarent-elles satisfaites, et les applications par fil de garde reliés à la terre sont de beaucoup plus nombreuses.

Mais, dans l'un comme dans l'autre cas, si un fil téléphonique vient à toucher à la fois un fil de garde et un fil de trolley, la protection est inefficace et le coupe-circuit fusible au poste téléphonique ou la rampe de garde est nécessaire pour éviter la brûlure des appareils.

C'est ainsi que les autorités ont été amenées à imposer plusieurs fils de garde disposés en triangle autour du fil de trolley afin d'éviter tout contact avec celui-ci, si le fil téléphonique vient à former boucle. C'est la protection assurée pour les appareils téléphoniques, mais, au point de vue de l'exploitation et du public, les chances de danger sont augmentées; tout décâblement de la roulette expose soit à un contact entre le fil de garde et le fil de travail, ou à la rupture du fil de garde par le choc, chute de ce fil sur le fil de trolley, perturbation complète dans le service des trains, avaries aux lignes aériennes, etc.

La mise à la terre du fil de garde peut être inefficace, dans un réseau très chargé où les disjoncteurs de la centrale sont réglés pour un débit élevé; en effet, une mise en communication du fil de travail avec le fil de garde, occasionnée par un ou plusieurs fils étrangers, peut ne pas faire fonctionner les disjoncteurs; dans ce cas, les fils de garde sont le siège d'un courant intense qui les échauffe, et peut les briser de façon à les laisser en communication avec le fil de trolley et à supprimer la mise à terre.

Dans ces conditions, les fils de garde constituent un danger plus grand que celui que l'on veut éviter.

On peut donc conclure que le fil de garde mis à la terre peut être un moyen de protection assez efficace pour un réseau à faible trafic, tandis qu'il présente de graves inconvénients pour un réseau étendu à grand trafic. Et c'est cependant dans ce dernier cas que le nombre de fils téléphoniques sera plus grand, les chances de rupture de ces fils plus nombreuses et les décâblements de la roulette plus fréquents.

Pour parer à ce dernier inconvénient, il faudrait placer les fils de garde hors d'atteinte des roulettes décâblées, mais alors la protection sera-t-elle efficace dans tous les cas de rupture? Et le fil brisé chassé par le vent ne passera-t-il pas sous le fil de garde pour se mettre en contact avec le fil de trolley?

Les administrations qui utilisent l'archet comme prise de courant rencontrent moins d'inconvénients

au point de vue de la régularité du service que celles qui utilisent la roulette, lorsque les lignes aériennes sont protégées par des fils de garde mis à la terre.

Il serait trop long d'énumérer ici les accidents que le système de protection par fils de garde a à son actif, mais les renseignements dont nous disposons sur ce point prouvent que les choses ne se passent pas toujours comme l'espéraient ceux qui ont conçu ce dispositif. Que dire, par exemple, de cet accident survenu sur les tramways de Berne? Un fil d'horloge électrique de 2,2 mm de diamètre tombe sur un fil de garde à la terre et touche simultanément le fil de contact; le fil cassé décrit de grandes oscillations, et touche toujours le fil de trolley à la même place; celui qui a un diamètre de 8 mm fond, tandis que le fil d'horloge et le fil de garde ne reçoivent que des brûlures. Sur un autre réseau à fort trafic, à plusieurs reprises les fils téléphoniques brisés touchent simultanément le fil de garde et le fil de trolley, glissent le long de celui-ci, viennent en contact avec les supports de la ligne aérienne et font fondre l'isolant de ces appareils.

Enfin, les contacts fréquents par la perche entre le fil de travail et le fil de garde occasionnent des brûlures qui diminuent la résistance de ce fil au point qu'il suffit de la chute brusque d'un ou plusieurs fils téléphoniques sur le fil de garde pour provoquer la rupture de celui-ci et supprimer ainsi tout dispositif de protection.

Si l'on envisage maintenant la question du fil de garde au point de vue de l'établissement de ce dispositif, on est d'accord pour reconnaître qu'il donne lieu à beaucoup de difficultés, surtout si l'on est dans l'obligation d'installer plusieurs fils.

Si la ligne aérienne est supportée par des fils transversaux, il faut ou des poteaux plus longs et plus forts, ou des crochets supplémentaires placés dans les façades si l'équipement comporte des rosaces.

Dans le cas d'un équipement par potences, l'installation de plusieurs fils de garde se réalise difficilement.

Pour les traversées des grandes places découvertes, où le nombre des points de supports est nécessairement réduit, il est presque impossible de conserver le parallélisme complet entre les fils de garde et les fils de contact, et c'est cependant à cette condition que l'on peut escompter une sécurité relative.

Enfin, combien cette multiplicité des fils nuit à l'aspect de la voie publique dans l'intérieur des villes et a fourni des armes aux adversaires de la traction par trolley!

Nous ne croyons pas devoir insister sur les systèmes mixtes qui dans certaines villes ont été imposés par les autorités. L'association simultanée de fils de garde et des réglettes est la complication des mesures de précaution sans avantage sérieux et sans la suppression des inconvénients que présente chacun des systèmes au point de vue de l'exploitation des tramways.

Les rampes de garde établies sur les supports des lignes téléphoniques, les coupe-circuits fusibles sont des dispositifs qui ont pour seul but la protection des appareils téléphoniques. Ils sont nécessaires et efficaces et il n'y a pas lieu de s'y arrêter plus longuement.

Pour terminer cet examen, il convient de signaler les filets protecteurs placés sous les fils téléphoniques et télégraphiques lorsque les administrations de ces services ont accepté de réunir ces fils en faisceaux pour traverser les lignes de tramways. C'est à notre avis le meilleur dispositif, à la condition toutefois que ces filets soient suffisamment solides et bien entretenus pour résister au poids du givre, de la neige ou à un affaissement complet du faisceau.

Comme conclusions de cet exposé, nous pouvons dire qu'aucun des systèmes employés jusqu'ici n'offre des garanties de sécurité suffisantes, qu'on ne pourrait édicter en cette matière des règles absolues applicables dans tous les cas et dans toutes les conditions et que dans la recherche de la solution à adopter, il est difficile de tenir compte des divers intérêts en cause, d'une part ceux des téléphones, d'autre part ceux des tramways et du public, parce que ces intérêts sont très souvent en opposition les uns aux autres.

Cette dernière considération nous amène à examiner la question des protections au point de vue des conditions spécifiées dans les cahiers des charges ou par les arrêtés de concessions.

Dans presque tous les pays d'Europe, les téléphones et les télégraphes appartiennent à l'Etat; il en résulte que celui-ci, appelé à imposer les conditions de sécurité, se préoccupe d'abord, avant tout, de sauvegarder la bonne marche de ses services téléphoniques et télégraphiques; de ce fait, quelles que soient les conditions dans lesquelles sont établis les réseaux qui desservent ces services, l'autorité s'empresse de mettre à la charge exclusive du tramway, l'installation de tous les dispositifs de protection et les modifications aux lignes du téléphone.

On a, dans certains cas, mis à charge des tramways les dépenses faites pour l'installation du double fil au réseau téléphonique; bien que cette mesure ne rentre pas directement dans le cadre de cette question, il convient cependant de signaler cette tendance de mettre tout à la charge du tramway. Il est reconnu qu'un réseau téléphonique à simple fil est en lui-même défectueux, même quand il n'existe pas de tramways dans la zone desservie, et l'on profite de l'installation du tramway pour apporter une amélioration nécessaire dans tous les cas.

Il y aurait une question de droit très intéressante à examiner : pourquoi l'Etat pourrait-il se

réserver le droit exclusif de faire usage des voies publiques pour l'installation de ses réseaux, et d'imposer des conditions souvent onéreuses aux compagnies de tramways pour leur permettre de s'établir dans la zone qu'il a occupée le premier?

Peu d'administrations de tramways ont tenté d'en appeler aux tribunaux pour soutenir leurs droits à cet égard.

Il y a cependant certains cas spéciaux pour lesquels des jugements très intéressants sont à signaler.

La Société des tramways de Hambourg a obtenu un jugement du tribunal supérieur de l'Empire décidant que l'administration du tramway n'est pas obligée d'intervenir dans les dépenses occasionnées par l'installation de fusibles sur les fils à basse tension.

La ville de Cologne, propriétaire des tramways, réclame devant les tribunaux à l'Administration des postes le remboursement des sommes dépensées pour l'installation de moyens de protection. Le jugement n'est pas encore rendu.

Les tramways d'Helsingfors ont intenté une action semblable, on en attend le jugement avec intérêt.

Ces litiges n'embrassent qu'une partie de la question : ils tendent à faire établir qu'il appartient aux propriétaires des appareils de supporter les frais d'installation des dispositifs de sécurité destinés exclusivement à protéger ces appareils.

Mais, où le cas devient intéressant, c'est lorsqu'une ville, propriétaire d'un réseau de tramways, soutient que l'usage des rues lui constitue un privilège tel que si l'Administration des Postes exige l'installation de dispositifs de protection au-dessus des fils de trolley, c'est à celle-ci à en supporter tous les frais, puisque les dangers auxquels il s'agit de parer ne peuvent exister que par suite de la présence des fils téléphoniques au-dessus des fils à haute tension. C'est la thèse que vient de soutenir la ville de Mannheim et les jugements intervenus devant quatre juridictions successives et en dernier lieu devant le 6e Sénat civil de la Cour suprême de l'Empire allemand imposent à l'Administration des Postes le remboursement d'une somme de 30 000 marks à la ville de Mannheim, montant des dépenses que celle-ci a faites pour l'installation des fils de garde au dessus de ses fils de trolley.

Cet arrêt formera-t-il jurisprudence et verrons-nous d'autres procès s'engager dans les mêmes conditions en Allemagne et même dans d'autres pays?

Nous ne pourrions le dire ; qu'il nous suffise en ce moment de noter cette orientation nouvelle de la question et d'espérer qu'elle aura pour résultat de faire comprendre en haut lieu que si les gouvernements jugent de leur devoir de défendre l'intérêt général en assurant le service des télégraphes et des téléphones dans les meilleures conditions de sécurité et de régularité, il y a aussi un grand intérêt public à ne pas rendre difficile ou à ne pas enrayer le développement des tramways.

Mais à côté de ces situations peu encourageantes, il convient de signaler combien simplement la question a été résolue par certaines autorités et notamment à Amsterdam où le réseau téléphonique a été entièrement mis en souterrain pour éviter tout croisement.

Il est vrai de dire que là les téléphones et les tramways sont propriétés de la ville, mais ce fait prouve que chaque service doit, dans sa sphère, employer tous les moyens pour permettre aux autres d'exister et de fonctionner.

Une solution semblable est en cours d'exécution à Vienne, où l'on annonce que pour la fin de cette année tous les fils à basse tension seront placés sous terre aux endroits où ils croisent les fils de trolley.

C'est d'ailleurs la première mesure de précaution que prescrit le nouveau règlement édicté par le ministère des chemins de fer autrichiens.

Toutes les administrations de tramways seront unanimes pour féliciter le gouvernement autrichien d'avoir envisagé cette question si controversée avec cette largeur de vue et d'émettre le vœu que cet exemple soit bientôt suivi dans tous les autres pays.

Nous croyons pouvoir tirer de cet exposé succinct de la question qui comporterait des développements beaucoup plus étendus, les conclusions suivantes :

1. Aucun des dispositifs de protection actuellement mis en œuvre ne donne des garanties de sécurité absolue, tant au point de vue de la bonne marche des services télégraphiques et téléphoniques que de la régularité du service de l'exploitation et des accidents auxquels est exposé le public;

2. Il convient de diminuer les chances de contact entre les fils à courant faible et les fils de tramways; dans ce but, la diminution du nombre de croisements par la réunion des fils à basse tension en faisceaux est désirable, pour autant qu'on ne puisse les supprimer complètement par la mise en souterrain des fils à courant faible;

3. Le déplacement des fils à courant faible se justifie par cette considération que, dans la majeure partie des cas, les directions à suivre pour l'établissement de ces fils peuvent être aisément modifiées et s'écarter sans grands détours des lignes de trolley qui, elles, doivent suivre invariablement le tracé du réseau de tramways;

4. Il serait équitable que les propriétaires des lignes à haute et à basse tension prissent, chacun de leur côté, les mesures de précaution pour éviter les ruptures et les conséquences des contacts éventuels, que notamment la répartition des dépenses résultant de l'application de ces mesures fussent réparties entre les divers services en cause

au lieu d'être mises exclusivement à la charge des compagnies de tramways ;

5. Les prescriptions édictées par les autorités devraient être établies d'une manière définitive afin d'éviter que l'on impose le remplacement des dispositifs existants par d'autres moyens de protection qui entraineraient de nouvelles dépenses considérables et qui pourraient exiger une transformation radicale des conditions d'établissement des lignes aériennes.

D'une manière générale, et suivant les prescriptions déjà établies dans divers pays, les compagnies de tramways ne devraient avoir à supporter les dépenses d'établissement des dispositifs de protection que pour la situation existant au moment de l'installation du tramway ; si, dans la suite, de nouveaux fils à courant faible sont établis en croisant les lignes de trolley existantes, il incomberait aux propriétaires des lignes téléphoniques et télégraphiques de supporter les dépenses qu'entraînerait l'installation des dispositifs de protection. »

L. Petit.

Bruxelles, juillet 1904.

INSTALLATION

DES STATIONS CENTRALES

D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(*Suite*) (1).

III. INSTALLATION DE RÉSERVE ET ÉVALUATION DES DÉPENSES DE PREMIER ÉTABLISSEMENT DE LA STATION

Unités de réserve et capacité de la surcharge. — La question d'installation de groupes de réserve dans une station génératrice, eu égard à son rendement, est une des plus importantes à traiter dans un projet. On doit aussi se préoccuper de donner une puissance convenable aux différentes machines et appareils constituant une unité complète : chaudière, moteur, génératrice et tableau de distribution. D'une part, si les divers organes constituant une unité ne possédaient pas tous le même degré de sécurité de fonctionnement ou bien si quelques-uns de ces organes exigeaient plus de soin et de surveillance que d'autres, il est évident que l'importance des groupes de réserve à installer est susceptible de grandes variations. D'autre part, si certains organes peuvent fonctionner avec le maximum d'économie pour une charge normale, on pourra obtenir facilement des surcharges, avec une dépense minime, naturellement en sacrifiant une partie de l'économie de fonctionnement.

Nous pensons que de très grandes économies peuvent être réalisées dans les dépenses d'exploitation, par suite d'une réduction des charges financières, si l'on apporte une attention convenable à remplir les conditions suivantes :

1° Répartir convenablement les réserves pour chacun des organes d'une unité complète ;

2° Répartir convenablement la capacité de surcharge sur chacun des organes d'un groupe complet ;

3° Etablir le projet de manière que le fonctionnement économique réalisé soit identique pour tous les organes ;

4° Déterminer la capacité de surcharge, non seulement pour parer à une demande imprévue et éventuelle, qu'il est possible de satisfaire en mettant en circuit une unité toujours prête à être mise en service sans retard, mais aussi pour satisfaire aux maxima journaliers de charge de la station et pour, au besoin, prendre une partie de la charge d'un groupe électrogène immobilisé par suite d'une vérification ou d'une réparation.

Avec le moteur à gaz, le fonctionnement économique ne s'obtient que pour la pleine charge et, pour satisfaire aux surcharges imprévues ou à celles résultant de la mise hors de service d'une unité, il est indispensable d'installer un groupe électrogène de réserve.

Dans le cas d'une station génératrice à vapeur, s'il arrive que le fonctionnement le plus économique d'une seule unité soit obtenu avec une charge un peu inférieure à la normale, il est évident que l'on pourra parer aux maxima journaliers grâce à la capacité de surcharge que possède cette unité ; mais alors il est indispensable d'installer une unité de réserve permettant d'assurer le service lors de la vérification périodique de l'unité normalement en marche et aussi lorsqu'un dérangement ou une avarie survenant à l'un des organes empêchera le fonctionnement de cette dernière.

Effet des maxima de consommation journaliers à la station centrale de la Neptune Bank. — Les trois conditions dont il faut tenir compte pour déterminer la puissance à donner aux groupes de réserve en ayant des machines pouvant supporter des surcharges sont :

1° Les maxima journaliers de consommation ;

2° Le contrôle périodique des machines ;

3° Les mises hors de service par suite d'avaries.

(1) Voir l'*Electricien*, nos 714, p. 146 ; 715, p. 168 ; 716, p. 178 ; 717, p. 200 et 718, p. 209.

La question de savoir si l'on satisfera de la manière la plus complète à l'une ou à la totalité de ces conditions, en établissant des groupes de réserve ou en donnant aux machines la possibilité de supporter une surcharge, est un problème dont la solution dépend du nombre de groupes électrogènes installés et du rapport existant entre les maxima et la capacité de surcharge réalisable. Dans tous les cas, il paraît essentiel de tenir compte, dans tout projet d'installation, de la capacité de surcharge et de considérer ce point comme essentiel et non comme une facilité pouvant être utilisée éventuellement. D'après des courbes typiques relevées à la station de la Neptune Bank, on a constaté que si la charge normale de la station est prise comme égale à 100, la charge maximum atteint la valeur 200. Le nombre total de kilowatts produits par la station sous une charge égale ou inférieure à la normale représente plus de 80 0/0 de la production totale de l'année. En d'autres termes, si les 100 0/0 correspondant aux maxima ont été produits par des groupes électrogènes de réserve, de même puissance que l'installation normale, on voit que ces groupes de réserve n'ont participé à la production totale que dans les limites de 20 0/0.

Capacité de surcharge des différents organes d'un groupe électrogène. — S'il est important que l'installation soit en état de fonctionner économiquement sous charge normale, il est tout aussi important que les divers organes de chaque groupe aient une capacité de surcharge uniforme. Il n'y a pas lieu de se préoccuper outre mesure des frais d'exploitation aux heures de surcharge maximum, car l'augmentation de consommation de charbon qui en résulte se trouve plus que compensée par les économies réalisées sur les dépenses de premier établissement (1).

La turbine à vapeur se prête parfaitement à supporter de grandes surcharges, puisque à l'aide du *bye-pass* permettant de faire arriver la vapeur à haute pression dans le compartiment à basse pression de la turbine, la puissance développée par cette dernière peut être augmentée de 50 0/0; naturellement, ce résultat n'est obtenu qu'au détriment de l'économie de marche.

On peut, aujourd'hui, sans augmenter d'une manière excessive le prix d'achat, obtenir des alternateurs pouvant supporter pendant deux heures une surcharge de 50 0/0. Dans ces conditions, si la puissance des chaudières a la même élasticité, on peut produire les débits maxima, en surchargeant toute l'installation un peu au-delà du point de fonctionnement économique. On peut aussi procéder de la même manière dans la salle des machines, si l'un des groupes électrogènes vient à être retiré du service pour être vérifié et réparé.

Il n'y a pas de grandes difficultés pour obtenir des chaudières ayant l'élasticité de puissance nécessaire avec le tirage ordinaire; toutefois, avec un tirage forcé, la solution est beaucoup plus facile. En réalité, l'adoption d'un dispositif de tirage forcé facilite la conduite des chaudières dans des conditions si avantageuses, qu'à notre avis, il est désirable de pouvoir toujours l'installer, même lorsqu'on n'a pas à prévoir de surcharges éventuelles.

Evaluation de la puissance de la station. — L'ingénieur ayant à établir un projet de station centrale, ne peut, en dehors de son expérience personnelle, mener à bien son travail, en ce qui concerne le minimum de dépenses de premier établissement à atteindre, qu'en établissant des comparaisons entre une station et une autre. Il faut, nécessairement, que les données des comparaisons à établir soient bien claires et uniformes et ce n'est pas chose facile que de déterminer les bases uniformes de cette comparaison. Il est naturellement évident que, au point de vue pratique, une station génératrice comportant quatre turbines à vapeur, ayant chacune un rendement normal économique de 2500 kw, présente plus de capacité qu'une station n'ayant que deux turbines ayant chacune un rendement normal économique de 5000 kw. De même ces stations génératrices à vapeur présentent plus d'avantages que des stations identiques employant des moteurs à gaz et ayant respectivement quatre unités de 2500 kw et deux unités de 5000 kw. Le tableau ci-après montre huit différents moyens d'évaluer la puissance à donner à une station génératrice :

(1) D'ailleurs, parce que l'on surcharge l'installation au moment où se produisent les maxima de consommation, il ne s'ensuit pas que la dépense de combustible doive nécessairement s'accroître. Si, par exemple, la période de consommation maximum est très courte, ce qui est le cas lorsqu'il s'agit d'alimenter des abonnés qui mettent leurs moteurs à l'arrêt à 5 heures du soir et qui, par suite, n'empiètent que très peu sur la période d'éclairage, on peut, dans ces conditions, utiliser l'économie réalisée pendant la journée dans l'alimentation en charbon des chaudières, économie due au petit nombre de chaudières maintenues sous pression. Mais on pourra se trouver alors, à un moment donné, en présence d'une pression trop basse, et il faut, dans ce cas, pouvoir utiliser le tirage forcé à l'aide d'une installation appropriée.

	D'une manière continue :	Pendant une courte période :
Puissance maximum.	(1)	(5)
Puissance maximum au régime de marche économique.	(2)	(6)
Puissance maximum, en tenant compte des machines de réserve.	(3)	(7)
Puissance maximum au régime de marche économique, en tenant compte des machines de réserve. . . .	(4)	(8)

(1) En se basant sur la puissance maximum que la station peut produire d'une manière continue, sans compter sur des machines de réserve.

(2) En se basant sur la puissance maximum, au régime de marche économique, que la station peut produire d'une manière continue, sans compter sur des machines de réserve.

(3) En se basant sur la puissance maximum que la station peut produire d'une manière continue, mais en tenant compte des machines de réserve.

(4) En se basant sur la puissance maximum, au régime de marche économique, que la station peut produire d'une manière continue, mais en tenant compte des machines de réserve.

(5) En se basant sur la puissance maximum que la station peut produire, pendant une courte période de temps, sans compter sur des machines de réserve.

(6) En se basant sur la puissance maximum, au régime de marche économique, que la station peut produire, pendant une courte période de temps, sans compter sur des machine de réserve.

(7) En se basant sur la puissance maximum que la station peut produire, pendant une courte période de temps, mais en tenant compte des machines de réserve.

(8) En se basant sur la puissance maximum, au régime de marche économique, que la station peut produire, pendant une courte période de temps, mais en tenant compte des machines de réserve.

Données générales permettant de calculer la puissance à donner à la station génératrice. — La solution (4), indiquée dans le tableau ci-dessus, paraît, à première vue, la plus convenable, c'est-à-dire que la puissance de la station doit être calculée en prenant le débit maximum avec le régime de marche économique et en utilisant des machines de réserve. Ce serait certainement la solution la plus rationnelle, si la station devait fonctionner avec un facteur de charge de 100 0/0, comme c'est pratiquement ce qui se produit dans quelques cas où la surcharge éventuelle n'est due qu'à la mise hors de service d'un des groupes électrogènes en fonctionnement. Mais, s'il s'agit d'une station distribuant de l'énergie et pour laquelle le facteur de charge, dans toute l'année, ne dépasse jamais 25 à 30 0/0, on obtiendra une production économique en calculant les frais de premier établissement, de manière à assurer les maxima de débit à certaines heures de la façon la moins onéreuse; en d'autres termes, le devis d'installation doit tenir compte de ce fait que le maximum de puissance à obtenir ne se produit que pendant une ou deux heures par jour et, dans ce cas, la solution (5) est la plus rationnelle.

Les auteurs sont d'avis qu'en étudiant soigneusement la puissance à donner aux machines de réserve ainsi que la capacité de surcharge, le coût par kilowatt du rendement maximum de la station peut être réduit de 20 à 40 0/0, suivant naturellement la valeur du facteur de charge.

Le choix de la puissance à donner aux unités génératrices est une question liée intimement à celle de l'installation de réserve et des charges financières, surtout lorsqu'on doit prévoir de futures extensions.

Il est évident que le nombre d'unités à mettre en service doit être aussi petit que possible, surtout lorsqu'on utilise des turbines à vapeur; cela entraîne naturellement à employer des unités de grande puissance. D'autre part, la limite de réduction du nombre d'unités dépend :

1° De l'amplitude des variations de charge pendant les 24 heures de la journée et pendant les différentes saisons de l'année;

2° Des frais d'achat et d'installation des groupes de réserve.

D'une manière générale, la solution qui remplira la seconde condition sera également compatible avec la première.

Merz et Mac Lellan.

(*A suivre.*)

VERNIS ISOLANTS SPÉCIAUX

POUR L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

Le choix des substances isolantes constitue un problème dont l'importance s'accroît tous les jours avec le progrès constant dans l'emploi des cou-

rants à plus ou moins haute tension et l'augmentation des risques qui, naturellement, en résulte. Pendant longtemps, très peu, parmi les nombreuses substances isolantes mises dans le commerce, ont répondu aux desiderata de la technique. Le seul point bien acquis était que, tant au point de vue de la facilité des applications qu'à celui du prix de revient, la préférence devait être accordée aux laques ou vernis. Il semble que, dans ces dernières années, de sérieux perfectionnements aient été réalisés dans la fabrication de ce genre de produits. Alors qu'il y a à peine dix ans, l'on s'accordait à admirer tel vernis qui résistait d'une manière satisfaisante à l'action d'une tension continue de 1000 ou 1100 volts, l'on possède aujourd'hui des produits capables de résister avec succès à une tension plus que décuple; leur pouvoir isolant atteint presque celui du mica, et ils ont, sur celui-ci, l'avantage de pouvoir être étendus en couches homogènes sur les surfaces les plus rugueuses, les plus variées de formes et de dimensions. Il y a donc intérêt à en préconiser l'emploi et à les substituer aux matières trop insuffisantes encore en usage en bien des endroits, où l'on ne parvient guère, grâce à elles, à prévenir toujours les risques d'incendie, les arrêts de fonctionnement dans les exploitations et les accidents de personnes.

Parmi les produits isolants ayant donné de bons résultats, on peut citer les vernis et émaux de la maison Paege, de Berlin, qui a la spécialité de fabriquer des produits exclusivement destinés aux applications électriques.

La série de vernis et émaux isolants qu'elle prépare ne comporte pas moins de quarante-deux sortes différentes, chacune d'elles s'appliquant plus particulièrement à un usage parfaitement déterminé. Dans l'impossibilité matérielle de donner, dans cet article, une nomenclature complète de ces produits avec leurs propriétés respectives, nous nous bornerons simplement à citer les principaux d'entre eux, en indiquant les tensions qu'ils peuvent supporter ainsi que leur emploi. En ce qui concerne la résistance d'isolement, les valeurs données ont été déterminées par l'Institut physicotechnique de l'empire à Charlottenburg.

Vernis Planté. — Comme son nom l'indique, ce vernis-émail est principalement destiné à protéger les objets contre les vapeurs acides, notamment dans les salles d'accumulateurs. Il s'applique parfaitement sur le bois, la pierre, la maçonnerie, le verre et les métaux. Comme on peut lui donner n'importe quelle nuance, il peut être utilisé aussi bien pour peindre les murs et les boiseries d'une salle d'accumulateurs que pour enduire des bacs d'accumulateurs, des vases de piles, etc. Soumis pendant dix jours à l'action de l'acide sulfurique de densité 1,2, cet enduit n'est pas attaqué. Un morceau de toile enduite de ce produit n'est percé que sous l'action d'un courant continu de 11 000 volts. Il peut supporter sans détérioration une température de 150°.

Electro-émail. — Ce produit augmente le rayonnement de la chaleur et rend imperméables les objets qu'il recouvre; il protège le fer de la rouille. Il est employé surtout pour enduire les fils recouverts de coton ou de soie, afin de maintenir leur isolation en empêchant l'humidité de pénétrer dans l'enveloppe; il sert aussi à préserver les dynamos, les appareils, etc., installés dans les mines ou dans des endroits humides.

Vernis élastique. — Ce vernis sèche en cinq heures à la température de 80° à 100° tout en restant souple. Il protège contre l'humidité et a un grand pouvoir isolant. Il est surtout employé (par application ou par immersion) pour enduire les bobines, des métaux décapés, des rubans, etc. On l'utilise aussi pour protéger les moteurs de traction. Il supporte des tensions continues allant jusqu'à 8900 volts.

Vernis Japon B. — Sert à isoler les tôles, et s'applique à la machine ou à la main; il garde une fois appliqué sa flexibilité sans s'écailler ni se fendiller. Pour le sécher rapidement, il suffit de placer les objets dont il est recouvert dans une étuve chauffée à 100°. Une toile de marine enduite de ce vernis n'est percée qu'à la tension de 8000 volts continus.

Vernis n° 13. — Vernis foncé et transparent, ne contenant aucune substance métallique, imperméable à l'air et à l'eau, résistant à l'action des acides. Préférable à la gomme-laque, au bitume et au celluloïd, il sert surtout à recouvrir les enroulements d'induits et les bobines. Il sèche à l'air en deux heures et supporte des tensions alternatives jusqu'à 9000 volts.

Vernis n° 14. — Vernis noir brillant servant à passer une dernière couche sur les enroulements d'induits et sur les bobines. Sèche à l'air en une heure et ne cède qu'à une tension alternative de 10 070 volts en courant continu.

Vernis Japon C. — Sert à peindre les vases de piles, les bacs d'accumulateurs et à enduire les enroulements d'induits, les tôles et toutes les parties métalliques y compris les conducteurs nus. Résiste à l'action des acides. Une toile enduite de ce vernis n'est percée que sous l'action d'une tension alternative de 12 300 volts; une tôle isolée avec ce vernis peut supporter une tension allant jusqu'à 4400 volts en courant continu.

Vernis Japon H. — Ce vernis séchant très rapidement à l'air convient particulièrement pour les conducteurs aériens, les bobines, etc.

Vernis Franklin. — Ce vernis, collant et isolant, est surtout employé pour coller sur métal, du verre, du celluloïd, du mica, de la fibre, du presspahn, des étoffes, de la toile, etc. L'adhésion est complète au bout d'une à deux minutes. Il est à recommander pour les induits de moteurs de tramways, isolés à la mode américaine.

Après un séjour de 48 heures dans l'eau, les substances protégées par ce vernis n'ont subi qu'une augmentation de poids insignifiante, environ 0,8 0/0. En ce qui concerne ses propriétés isolantes, une toile marine enduite de ce vernis n'est percée par une décharge disruptive qu'à la tension alternative de 8400 volts, et une mousseline, enduite du même produit, peut supporter une tension continue de 11 000 volts.

Ces quelques exemples suffiront pour montrer les services que ces différents produits peuvent rendre dans l'industrie électrotechnique et nous avons pensé qu'il était utile de les signaler à nos lecteurs.

DE KERMOND.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 5 SEPTEMBRE 1904

M. Becquerel présente une note de M. K. R. Johnson *sur un interrupteur à vapeur*. Cet interrupteur agit par l'échauffement Joule. Le dispositif consiste en un entonnoir renversé dont le tube a 7 mm de diamètre et 10 mm de longueur, mastiqué à la partie inférieure d'un cylindre de 75 mm de diamètre. Le vase ainsi formé est immergé dans un gobelet rempli d'un mélange de solution d'alun et d'acide sulfurique. Deux plaques d'aluminium, constituant les électrodes, sont disposées, l'une dans le cylindre, l'autre dans le gobelet extérieur. Ces électrodes sont reliées aux pôles d'une batterie de 110 volts. En fermant le circuit, on voit une bulle de vapeur se former dans le tube de l'entonnoir et s'échapper dans le cylindre intérieur où elle est rapidement condensée. Le circuit est ouvert quand la bulle se trouve dans le tube et il est fermé lorsque la bulle s'est échappée dans le cylindre. Le courant donne lieu ensuite à la production d'une nouvelle bulle qui monte de nouveau dans le cylindre et ainsi de suite. Cet interrupteur a l'inconvénient de fonctionner assez lentement; mais, d'autre part, il jouit de l'avantage de fonctionner indépendamment des dimensions du circuit métallique et même en l'absence d'une bobine d'induction ou d'un solénoïde, tandis que les interrupteurs de Wehnelt et de Simon exigent une self-induction qui ne peut varier que dans des limites assez étroites.

M. Maurice Slavutoky adresse une note sur les couleurs en électricité.

SÉANCE DU 12 SEPTEMBRE 1904

Pas de communication relative à l'électricité.

CHRONIQUE

Touage électrique sur le canal de Teltow.

Notre confrère de Londres l'*Electrician* nous donne quelques renseignements extraits de l'*Elektrische Bahnen,* qui a publié tout un rapport détaillé sur les résultats des essais d'une locomotive électrique destinée à haler les chalands sur le canal de Teltow en Allemagne.

La voie d'essai, longue de 1490 m, comprenait des rails pesant 20,40 kg le mètre courant, avec un écartement de 1 m. Une petite station génératrice avait été montée et fournissait du courant continu à 550 volts aux moteurs de la locomotive par une ligne à trolley à deux conducteurs. Le tracteur construit par la Compagnie Siemens-Schuckert pèse 6,5 tonnes, y compris deux moteurs de 8 ch actionnant les essieux par l'intermédiaire d'un double engrenage. Immédiatement derrière la cabine du mécanicien, qui nécessairement est à l'avant de la voiture et entièrement fermée par des glaces, se trouve le treuil de remorque. Ce treuil n'est pas rigidement fixé sur son arbre, mais il est relié avec lui par l'intermédiaire d'un accouplement à friction qui glisse dès que l'effort sur la corde dépasse 1130 kg; il est actionné par un moteur électrique de 2,5 ch. En partant du treuil, la corde de remorque passe dans un œil disposé à l'extrémité d'une tige de fer haute de 2,50 m, dressée sur l'essieu d'arrière du locomoteur. Cette tige peut pivoter sur sa base et être levée ou abaissée à l'aide d'un moteur de 1 ch. La corde est ensuite attachée au chaland.

Les essais de halage ont été effectués du 14 octobre au 8 décembre 1900 sur des chalands mesurant : l'un, 53 m de long, 7,80 m de large, et ayant un tirant d'eau de 1,70 m avec une charge de 440 tonnes; le second, de 48 m de long, de 6,50 m de large et un tirant d'eau de 1,30 m avec une charge de 320 tonnes; le troisième, de 45 m de long, de 4,60 m de large et un tirant d'eau de 1,50 m avec une charge de 190 tonnes; et enfin le quatrième, long de 46 m, large de 4,50 m et ayant un tirant d'eau de 1,40 m avec une charge de 154 tonnes.

Circulant à vide, la locomotive consomme 4,5 ampères à une vitesse de 5 km à l'heure, et 8,5 ampères à une vitesse de 10 km, la tension étant toujours de 550 volts. Dans certains essais, la corde de remorque mesurait 78 m de long, et la tige de fer qui la supportait était à 3,90 m au-dessus du niveau de l'eau; on remorqua d'abord un chaland, puis des groupes de deux, de trois et de quatre.

A une moyenne vitesse de 4,02 km à l'heure, la résistance de traction était d'environ 0,954 kg par tonne de charge, avec une consommation de 0,014 kw par tonne; il fallait alors 5,6 watts-heure par tonne-mille de charge. On a observé que la résistance de traction augmentait d'environ 15 0/0 quand les chalands étaient près de la rive du canal, tandis qu'elle décroissait de près de 10 0/0 dès que deux bateaux venaient à se croiser.

Pour de courtes longueurs de remorque, la résistance s'accroît très rapidement, et les difficultés de direction sont très considérables. La distance séparant les différents chalands remorqués ne paraît pas avoir une influence quelconque sur la résistance de traction.

D.

La traction électrique en Allemagne.

Comme les années précédentes, l'*Elektrotechnische Zeitschrift* a récemment publié une étude statistique étendue sur le développement des chemins de fer et tramways électriques existants en Allemagne à la date du 1er octobre 1903. Nous empruntons à cette intéressante étude les chiffres ci-après qui résument les progrès réalisés par l'industrie allemande, durant la période

du 31 septembre 1902 au 1er octobre 1903, par rapport à la situation à la fin du précédent exercice.

	1er oct. 1902	1er oct. 1903	Augmentation sur 1902
Usines centrales pour chemins de fer et tramways électriques, nombre.	125	134	7,2 0/0
Longueur des lignes, km.	3 388	3 692	9,0 0/0
Longueur des voies, km.	5 151	5 500	6,8 0/0
Voitures automotrices, nombre. . . .	8 365	8 702	4,0 0/0
Voitures d'attelage, nombre.	5 954	6 190	3,9 0/0
Débit des machines électriques, kw.	120 776	133 151	11,4 0/0
Débit des accumulateurs utilisés, kw.	30 052	38 736	28,6 0/0

G.

Les nouvelles locomotives électriques du chemin de fer de la Jungfrau.

Nous relevons dans la *Zeitschrift für Elektrotechnik* les informations suivantes à propos des nouvelles locomotives électriques dont a été doté le chemin de fer de la Jungfrau ;

Chaque locomotive pèse 16,8 tonnes et est actionnée par deux moteurs à courant triphasé. Ces moteurs, chacun d'une puissance de 150 ch, font 760 tours à la minute en recevant du courant sous une tension de 450 à 600 volts. A la montée et à la descente, la vitesse de marche est de 8,1 km. Alors qu'avec les anciennes locomotives on ne pouvait réaliser que deux régimes de vitesse, sur les nouvelles la vitesse est réglable jusqu'à un écart de 5 0/0 du régime normal. A la montée, les moteurs fonctionnent comme asynchrones, à la descente comme moteurs auto-excitateurs. Chacun d'eux est par suite pourvu, en outre, de trois bagues collectrices, d'un collecteur sur lequel glissent deux balais; ces derniers sont relevés par un électro-aimant, lorsque le moteur reçoit du courant de la canalisation aérienne. Lors de l'application des freins, les balais se trouvent reliés aux résistances de freinage, lesquelles jouent en outre le rôle de résistances de démarrage au moment de la mise en marche. Le cylindre du coupleur peut prendre quatre positions différentes : la position à zéro, celle de marche en avant, celle de marche en arrière et celle de l'application des freins. A la montée, une inversion des moteurs ne peut s'opérer que si les résistances des rotors sont mises hors circuit et à la descente, que si les rotors sont mis en court circuit. Un arrêt magnétique empêche un changement trop brusque de la résistance dans le rotor. Quand la vitesse vient à dépasser 10 km, un frein s'applique automatiquement, en même temps que fonctionne un interrupteur de sûreté. Ce dernier ne peut reprendre la position de repos que si l'on amène la manette du coupleur sur le zéro. — G.

Une nouvelle lampe à vapeurs de mercure.

La *Technische Woche* annonce la mise en vente, par les soins de la société « Deutsche Patent-Industrie », de Berlin, d'une nouvelle lampe à vapeurs de mercure. De même que les lampes à arc ordinaires, la nouvelle lampe utilise des électrodes en charbon. Ces électrodes sont logées dans un tube en verre où on a fait le vide : l'électrode inférieure, négative, est fixe; l'électrode supérieure, positive, est mobile sous l'action d'un solénoïde. L'arc se développe, dès qu'on livre passage au courant, dans une partie du tube de verre qui a reçu la forme d'une ampoule; il a une longueur de 30 à 150 mm selon les dimensions de l'appareil et il se distingue de l'arc donné par les lampes ordinaires en ce sens qu'il brûle dans des vapeurs de mercure spontanément formées. A cet effet, l'électrode négative est entourée de mercure. La nouvelle lampe se distingue des appareils similaires à vapeurs de mercure par la rapidité avec laquelle s'opère son allumage et par son excellente lumière qui contient des rayons rouges; elle offre en outre une supériorité marquée sur les lampes ordinaires à arc par le peu d'importance de sa consommation. Cette dernière est seulement de 0,5 watt par bougie normale; d'autre part, les charbons ne s'usent qu'à raison de 0,2 mm par heure de fonctionnement.

G.

La consommation du gaz et de l'électricité à Berlin.

L'*Elektrotechniker* publie les renseignements statistiques suivants :

Vers 1890, on redoutait de voir le gaz supplanté par l'électricité. Cette appréhension n'était nullement fondée, à en juger par le rapport que la municipalité de Berlin vient de faire paraître sur sa gestion durant la période de 1895 à 1900.

La lumière au gaz par incandescence, grâce à son vif éclat et à son prix de revient peu élevé, a soutenu avantageusement la concurrence de la lumière électrique. En outre, l'emploi du gaz pour le chauffage et les applications industrielles s'est développé sensiblement. Afin de subvenir aux besoins de l'éclairage public et privé, on a dû porter la production du gaz de 110 134 000 m³ en 1895-96 à 149 293 000 m³ en 1900-1901. Le développement de la canalisation du gaz a progressé, durant les mêmes cinq années, de 895 a 1018 km; enfin l'excédent des bénéfices, attribué chaque année à la caisse municipale, qui était de 3 555 842 mark pour l'exercice de 1895-96, s'est élevé à 6 462 735 mark en 1900-1901, tandis que la valeur commerciale des usines à gaz, aujourd'hui de 57 476 631 mark, s'est accrue de 11 700 291 mark durant la période quinquennale précitée. Malgré ces progrès, les besoins en énergie électrique n'ont nullement diminué. Bien au contraire, de 1895-96 à 1900-01 le nombre des lampes à arc s'est accru de 11 783 à 22 960 unités, celui des lampes à incandescence de 251 169 à 515 068, celui des moteurs de 257 à 960, celui des appareils divers actionnés par le courant électrique de 1126 à 6012. — G.

Le téléscriptographe.

Nous avons déjà sommairement signalé un appareil qui vient d'être imaginé par un inventeur italien, M. E. Malcotti, et qui a reçu le nom de téléscriptographe. Nous empruntons aujourd'hui à l'*Elektrotechnischer Anzeiger*, malgré leur caractère incomplet, les détails ci-après sur ce nouvel appareil.

Le téléscriptographe, d'une construction fort simple et d'un prix de revient peu élevé, est destiné à fonctionner sur une ligne téléphonique quelconque, sans que cette ligne ait besoin de recevoir la moindre modification, les messages qu'il transmet ne peuvent être lus par un tiers. Il offre quelques points d'analogie avec

le télégraphe imprimant Siemens, et son récepteur reproduit également, imprimées, les dépêches. La différence consiste en ce que l'on peut faire usage du télescriptographe sans avoir à établir des bureaux centraux spéciaux et des lignes particulières : tout circuit téléphonique se prête à son fonctionnement. Il est actionné par des courants identiques à ceux utilisés en téléphonie : par suite, il n'entrave absolument pas le service téléphonique ordinaire. D'autre part, le secret des dépêches confiées au télescriptographe est assuré par un dispositif grâce auquel on règle les deux appareils correspondants — le transmetteur et le récepteur — sur un nombre déterminé d'avance, en sorte que le télégramme, pendant tout son parcours jusqu'au bureau d'arrivée, apparaît sous forme de chiffres. L'appareil récepteur peut déchiffrer automatiquement la dépêche, soit après, soit pendant la réception. Comme on dispose, pour les différents réglages du télescriptographe, de plus de 6 milliards de nombres, on peut considérer cet appareil comme donnant toutes les garanties de secret désirables. — G.

-oo-

Un camion électrique.

Nous empruntons au *Centralblatt für Accumulatoren-Technik* les détails ci-après sur un nouveau type de camion électrique, mis en service à Detroit (Etats-Unis) par la compagnie Commercial Motor Vehicle.

Ce camion, qui revient à 31 250 fr, fournit un travail de 7 à 8 ch. Il pèse 8 tonnes et peut transporter 7 tonnes de poids mort. Sa longueur totale, entre les points extrêmes, est de 7 m. Le trait caractéristique de sa construction consiste dans son mécanisme de commande des quatre roues. Chaque roue, avec son moteur spécial fixé sur l'essieu, constitue une unité séparée. Ce camion décrit, en tournant sur lui-même, un cercle de 9 m de diamètre. La commande s'opère au moyen d'un petit moteur électrique. Tout le mécanisme est dissimulé à la vue. On peut réaliser une vitesse de marche de 13 km à l'heure. Chaque moteur peut séparément se mettre hors circuit. La batterie, suspendue au-dessous du châssis, consiste en 80 éléments d'une capacité de 350 ampères-heure. Sur un terrain plat, le camion en question consomme à vide de 35 à 40 ampères et, avec sa charge complète, de 65 à 70 ampères. — G.

-oo-

Télégraphie sans fil.

Le professeur Flemming a présenté un travail à l'Association pour l'avancement des sciences sur la propagation des ondes électriques le long de conducteurs en spirales. Il a également décrit un appareil qu'il appelle « kummètre », et qui sert à mesurer les longueurs d'ondes employées dans la télégraphie sans fil. Cet instrument consiste en une longue tige d'ébonite enroulée d'une couche de fil recouvert de soie et maintenue par des supports isolés. Sur cette longue hélice glisse un curseur à grille métallique portant quelques tours de papier d'étain interposés de manière à établir un bon contact entre le curseur et l'hélice; ce curseur est relié par un fil souple à la terre. L'une des extrémités de l'hélice est munie d'une plaque métallique isolée qui est placée en opposition avec une autre plaque métallique reliée au circuit oscillatoire du transmetteur. Le procédé de mesure des ondes consiste à faire glisser le curseur jusqu'à ce qu'un tube à vide indique la présence d'un nœud médian entre le curseur et la plaque; alors la distance du curseur à la plaque représente une longueur d'onde sur l'hélice. Au moyen des constantes fournies par l'hélice, on peut calculer la rapidité de transmission de l'onde et, par suite, la fréquence du circuit oscillatoire. Si l'on divise cette fréquence par la vitesse de transmission de la lumière exprimée en mètres, on obtient, en mètres, la longueur de l'onde émise par le fil aérien, pourvu qu'il ait été accordé en résonance avec le circuit du transmetteur. Le kummètre donne aussi le moyen de mesurer les petites inductances et également les fréquences dans les circuits oscillatoires qui sont beaucoup plus élevées que celles que l'on peut déterminer par la photographie de l'étincelle. — A. H. B

-oo-

Un nouveau système de téléphonie sans fil.

L'Elektrotechnischer Anzeiger signale un nouveau système de téléphonie sans fil imaginé par M. Mosler, professeur à la Haute-Ecole technique de Brunswick (Allemagne). Comme source d'énergie M. Mosler emploie, dans le poste transmetteur, une lampe à arc chantant montée d'une manière spéciale, afin que les ondes électriques rayonnées se propagent à la surface du sol. Dans le poste récepteur, l'organe principal est un téléphone présentant, lui aussi, un montage spécial. Des essais avec ce système ont déjà été effectués sur des routes ainsi qu'entre un point fixe et un bateau en marche, et l'on serait parvenu à faire reproduire exactement par le téléphone récepteur, jusqu'à la distance d'environ 1 km, les sons ayant influencé l'arc chantant. *L'Elektrotechnischer Anzeiger* annonce que le compte-rendu détaillé de ces expériences, que l'on va recommencer sur une plus grande échelle, sera livré à la publicité aussitôt que des brevets garantiront à l'inventeur la propriété de son système. — G.

-oo-

La télégraphie sans fil en Amérique.

On lit dans l'*Electrical Review* que le gouvernement des Etats-Unis a récemment passé un contrat avec la Compagnie « De Forest Wireless Telegraph » en vue de l'établissement de communications de télégraphie sans fil entre les points suivants :

Key-West et Panama.	1000 milles.
Key-West et Porto-Rico.	1000 —
Pointe sud de l'île de Cuba et Panama.	720 —
Pensacola et Key-West.	450 —
Pointe sud de l'île de Cuba et Porto-Rico.	600 —

La station de Panama correspondra avec un autre poste situé dans la Californie méridionale. Ce dernier retransmettra les messages qui lui parviendront à San-Francisco, à Seattle, à l'Alaska, aux îles Aléoutiennes, et enfin au Kamschatka et au Japon. La même Compagnie établira encore des stations de télégraphie sans fil dans les îles Hawaï et dans l'île de Guam. Ces travaux doivent être exécutés aux frais du gouvernement de Washington, particulièrement pour le service de la marine de guerre. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 720 15 Octobre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.*



Illumination des Palais des machines et Palais de l'électricité à l'Exposition de Saint-Louis.

QUELQUES NOTES

SUR L'EXPOSITION DE SAINT-LOUIS

Dans son ensemble, l'Exposition de Saint-Louis se compose principalement de huit grands Palais et de lacs d'un mille et demi d'étendue entourés sur deux côtés de collines qui s'élèvent à une hauteur de 20 m ; ces collines ne sont pas continues, mais forment quatre monticules dont on s'est servi comme motifs de décoration. Les terrains de l'Exposition couvrent 502 hectares et les palais, lacs, bassins et cascades sont disposés en forme d'éventail dont le centre est figuré par la salle des fêtes, le palais des Beaux-Arts, les cascades et les jardins. Bien entendu des effets de lumière électrique grandiose se font surtout remarquer aux environs du grand bassin, aux cascades, au Palais de l'éducation et au Palais de l'électricité; ces deux derniers palais placés de chaque côté du grand bassin sont particulièrement brillants ainsi que les jardin des cascades qui s'étendent depuis la colonnade jusqu'au grand bassin; ils mesurent 330 m de long sur près de 600 m de large. La salle des fêtes, bâtie sur un monticule en haut du grand bassin, est illuminée chaque soir par 20 000 lampes à incandescence et plusieurs milliers éclairent les Palais de l'éducation et de l'électricité. Le Palais des machines est placé sur la gauche de la cour Saint-Antoine et le Palais de l'électricité à droite.

On peut avoir une idée de l'effet produit par la gravure représentant le Palais des machines et le Palais de l'électricité illuminés le soir. Les lampes sont placées à 2,15 m les unes des autres sur la partie arrière des colonnes, ce qui fait que celles-ci ressortent violemment en sombre sur le fond blanc brillant du bâtiment qui s'élève de 4 à 6 m en arrière. Les lampes dessinent de cette même manière tous les motifs d'architecture, les entrées, les corniches, etc. Enfin elles sont disposées, en nombreuses rangées, sur les dômes du Palais des machines qui étincellent à quelque 60 m au dessus du grand bassin.

Les trois cascades sont alimentées par un afflux d'eau, 453 000 litres par minute sous une hauteur de 45 m. Ces cascades comprennent une série de 14 chutes et mesurent chacune 60 m de long. Les quatre fontaines du grand bassin exigent un débit de 6 292 000 litres d'eau et la principale cascade en consomme 140 millions de litres à la minute, soit un total égal à celui des deux autres.

Toute cette eau est fournie par une série de pompes Worthington disposées sous la cascade centrale et actionnées par trois moteurs à courants alternatifs, d'une puissance totale de 2000 ch. Ces pompes font circuler indéfiniment l'eau des cascades dans le grand bassin.

Le palais des manufactures est un des plus remarquables qui attirent l'attention du visiteur entrant par la porte principale de l'exposition. Il mesure 360 m de long sur 158 m de large et couvre une surface de 5 hectares. Dans la cour centrale, deux fontaines construites par Philippe Martini, l'une figurant Neptune sur son

char et l'autre Vénus ; la sculpture de la Victoire, due à Michel Tonetti, produit un magnifique effet par suite du ventilateur électrique qui agit d'une manière continue sur les parties drapées et flottantes du groupe. Les salles de ce palais présentent un intérêt extrême et certaines éclairées par lampes Nernst montrent diverses machines et appareils fonctionnant à l'aide de moteurs électriques. Puis on remarque l'exposition de la compagnie nationale Cash Register avec ses compteurs de monnaie disposés artistiquement sous un dôme orné de peintures descriptives et illuminés tous les soirs par de nombreuses lampes électriques.

Parmi les quinze grands palais nous mentionnerons ceux de l'Education et d'Economie sociale qui occupent la façade ouest du grand bassin au pied du palais des Beaux-Arts. Ce bâtiment est entièrement entouré de lacs et on y entre par des ponts artistiques qui partent des avenues principales et aboutissent aux pavillons des angles du palais et à des arcades centrales.

Ce palais renferme toute l'exposition des services de l'Enseignement, l'organisation des écoles et collèges des Etats-Unis ainsi que des gouvernements étrangers. Le matériel électrique et mécanique des écoles techniques y est exposé au complet et entre autres ceux de la Cornell University, John Hopkins University, l'Institut technologique du Massachussetts, l'Institut polytechnique Reusselaer, l'Université du Michigan et l'Institut Pratt, de Brooklyn.

D'autres salles renferment un ensemble très complet du matériel scientifique des collèges étrangers, allemands, anglais, italiens, japonais. Ce palais mesure 157,50 m de long sur 210 m de large et couvre une superficie de 2,8 hectares.

D'autres expositions d'appareils scientifiques se trouvent avec les instruments de laboratoires dans le Palais de l'Electricité. On y voit entre autres le laboratoire allemand d'Enseignement, installé par la Vereinigte Fabriken fur Laboratoriumsbedarf, de Berlin. Les constructeurs d'instruments de physique et de chimie de laboratoire exposent quelques-uns des types les plus intéressants de fours et d'applications de chauffage employant une nouvelle substance appelée *Kryptol*. C'est une matière granulée à résistance qui est introduite dans le circuit électrique et qui, par échauffement, produit une température de 2500° C. Pour employer le kryptol on le place dans l'appareil de chauffe sur des plaques et selon l'épaisseur de la couche déposée et suivant l'intensité du courant, le degré de température est modifié. Il est également possible de produire des températures différentes en des points variés d'une même surface. Le kryptol conserve la chaleur pendant une longue période de temps, de manière que les fours n'ont pas besoin d'être alimentés continuellement par le courant et que l'on économise ainsi l'énergie électrique d'une manière très appréciable dans les laboratoires de chimie et d'électricité. De plus, avec le kryptol, il n'y a plus besoin de platine, ni de fils métalliques et par suite il n'est plus nécessaire de recourir à de coûteuses réparations. Enfin, on peut se servir indifféremment du courant continu ou du courant alternatif simple ou polyphasé.

Parmi les appareils intéressants exposés dans la section étrangère du Palais de l'Electricité sont des wattmètres français et des instruments de mesure de la compagnie Continentale pour la fabrication des compteurs à gaz. A citer également les lampes à arc pour courant continu et alternatif, types ouvert et fermé de la Deutsche Gesellschaft fur Brewer Licht de Neheim et celles de Bardon de Paris.

Nous devons mentionner parmi les plus importantes expositions américaines du Palais de l'Electricité, celle de la Bullock Electric Manufacturing C° de Cincinnati (Ohio); leur stand mesure 31,20 m de long sur 15,20 m de large, et comprend en son centre un pavillon confortablement installé. Les moteurs Bullock sont construits de toutes puissances et sont réputés comme très robustes et comme pouvant fournir un travail continuel et très chargé. La compagnie Bullock expose aussi une génératrice à 250 volts, un matériel de station centrale, puis des machines-outils, tours, perceuses, etc., toutes actionnées par moteurs électriques à vitesses variables. Les cinq alternateurs exposés par la compagnie Bullock ont une puissance de 50 à 350 kw Une spécialité intéressante dans la construction de ces machines réside dans la disposition des bobines de l'inducteur qui sont faites de bandes de cuivre enroulées sur la tranche. Cela permet d'obtenir d'aussi grandes vitesses périphériques qu'avec les machines à fer tournant. Le principal avantage de cette méthode est la ventilation parfaite. La chaleur développée dans les fils intérieurs d'une bobine ordinaire, doit traverser tout l'isolant qui offre une résistance considérable à ce rayonnement. Au contraire, avec ces bobines spéciales, la chaleur se dissipe par la surface du cuivre et de là dans l'espace environnant. A remarquer égale-

ment la construction d'un moteur générateur synchrone de 100 kw. Un grand nombre de ces groupes fonctionnent avec succès dans des stations centrales. Le stand Bullock comprend aussi deux trucks de tramways munis chacun de deux moteurs de 50 chx dont la disposition est remarquable au point de vue de la ventilation et en même temps empêche toute introduction de poussières. Ces moteurs sont alimentés à 500 volts par du courant fourni par un convertisseur rotatif Bullock de 500 kw. Le courant alternatif du circuit primaire provient d'une génératrice Bullock de 3500 kw sous 6600 volts installés dans la salle des machines et dont la tension est réduite par un transformateur Bullock; il y y en a trois d'exposés; leur construction est comparativement très légère et la grande quantité d'huile qu'ils contiennent facilitent encore le refroidissement.

FRANK C. PERKINS.

CABLES D'ALUMINIUM

M. Roderick J. Parke a donné récemment, dans un mémoire présenté à la Canadian Electrical Association, à Hamilton, d'intéressants renseignements sur les câbles en aluminium et fait une comparaison au point de vue commercial et technique entre ces câbles et les câbles en cuivre.

Le tableau suivant donne les constantes physiques des câbles comparés :

	Aluminium	Cuivre
Densité	2,68	8,93
Conductibilité (en prenant l'étalon Matthiessen comme base)	62 »	97 »
Résistance à la traction par cm² en kg.	1 972 »	3 180 »
Coefficient de dilatation linéaire	0,0000128	0,0000093
Coefficient de variation de résistance avec la température	0,00114	0,00117
Module d'élasticité	9 000 000 »	1 4000 000 »
Section donnant une même résistance électrique	1,56	1 »
Diamètre — —	1,25	1 »
Poids — —	0,47	1 »
Résistance à la traction pour une même résistance électrique	0,96	1 »

Le coût du transport et de l'installation des conducteurs en aluminium est moins élevé que pour le cuivre. La durée de la ligne en aluminium est plus grande et la dépense d'entretien moindre avec l'aluminium à cause de la plus petite traction sur les poteaux, les isolateurs et leurs supports. L'augmentation de durée serait due à la couche de graisse que retient le fil d'aluminium pendant l'étirage, couche qui empêche, pendant plusieurs années après lapose, la formation d'une enveloppe de grésil pendant l'hiver. Ce fait souvent observé semble tout à fait établi.

Les inconvénients inhérents au câble d'aluminium sont : la difficulté de faire les joints, la plus grande flèche nécessitée par un plus grand coefficient de dilatation, enfin la résistance mécanique qui est moitié moindre environ et qui ne permet pas l'utilisation de l'aluminium dans les petits diamètres usités en téléphonie et télégraphie.

On connait la difficulté de souder l'aluminium; aussi dans la majorité des cas, il vaut mieux éviter la soudure. Pour les fils d'un diamètre inférieur à 11 mm, le meilleur procédé de jonction consiste à introduire les deux extrémités à réunir dans un tube aplati que l'on tord deux fois sur lui-même à l'aide de pinces. Ce joint a une très faible résistance électrique et une résistance mécanique comparable à celle d'un joint soudé. Pour les fils de grande section, on fera une épissure ordinaire; on peut aussi employer un câble dont les extrémités ont été comprimées dans des pièces métalliques filetées qu'on réunira sur place par des manchons taraudés. Enfin, les extrémités des deux câbles à réunir peuvent être introduites dans un manchon fondu et comprimées par l'introduction dans le manchon de coins que l'on serre avec une presse à main.

La flèche de la ligne en aluminium est souvent plus grande que celle d'une ligne en cuivre par les temps chauds. Elle n'est pourtant pas si grande qu'on pourrait le croire, en ne considérant que les coefficients de dilatation respectifs des deux métaux, parce que le poids de l'aluminium à section égale est seulement les trois dixièmes de celui du cuivre et que sa résistance à l'allongement est les deux tiers de celle du cuivre. D'autre part, le module d'élasticité étant plus faible, le câble d'aluminium fléchira moins quand, pendant la pose, on vient à supprimer la traction sur le fil. Ces différences entre les propriétés physiques des deux métaux ont un curieux résultat : tandis que la flèche maximum de la ligne en aluminium doit être de 7,5 à 10 cm supérieure à celle de la ligne de cuivre pour des portées de 30 m, elle sera plus petite si la portée est de 300 m; en effet, si la flèche augmente ou diminue plus rapidement

pour un écart donné de température pour un câble d'aluminium que pour un câble de cuivre, la flèche à basse température, pour l'aluminium est beaucoup plus petite que celle que l'on peut admettre pour le cuivre sur de longues portées. Il résulte de cette propriété ainsi que de son plus faible poids que l'aluminium est le meilleur métal à employer pour les lignes à longue portée.

L'emploi d'un dynamomètre pour tendre les lignes en aluminium est à recommander.

Le plus petit diamètre de câble qui doive être employé pour les lignes aériennes est celui de 5,19 mm (nº 4 jauge B et S), dont la résistance de rupture est d'environ 450 kilogrammes.

L'aluminium n'est pas rapidement oxydable et la plupart des acides minéraux sont sans action sur lui. L'acide chlorhydrique et toutes les combinaisons instables du chlore l'attaquent rapidement. Il faut donc éviter de poser des lignes en aluminium au bord de la mer et dans le voisinage de certaines industries chimiques.

Le tableau suivant résume les essais faits par M. J. Parke sur divers échantillons de fils d'aluminium.

Diamètre approx. du câble en mm.	Nombre de fils.	Diamètre app. du fil en mm.	Nombre de pliages.	Effort de rupture en kg. par cm².	Allongement en pour cent sur 15 cent.	Résistance électrique par kilomètre à 24°.
10	7	3,6	21	2 000	2	0,353
8,3	7	2,9	22	2 250	2 2/3	0,573
6,5	7	2,6	30	2 450	3 1/3	0,873

Comme les diamètres relatifs des câbles en cuivre et en aluminium pour une intensité donnée de courant est dans le rapport de 4 à 5, il est évident que la self-induction de la ligne sera la même, à condition d'observer le même rapport dans l'écartement des deux câbles. A la même distance, la capacité statique de la ligne en aluminium sera environ de 5 0/0 plus grande que celle d'une ligne en cuivre. L'effet de surface sera exactement le même, que la ligne soit établie avec l'un ou l'autre métal, attendu que l'influence due au plus grand diamètre sur la ligne en aluminium est exactement compensée par sa plus grande résistance spécifique, lorsque l'on calcule la perte en ligne. Comme toutes les lignes de transmission possèdent un coefficient de self-induction, dont l'effet est prépondérant sur celui produit par la capacité, le facteur de puissance d'une ligne en aluminium sera légèrement meilleur que celui de la même ligne en cuivre, puisqu'à la fois, la self-induction est plus faible et la capacité plus grande.

A. Bainville.

LES PARATONNERRES EN AMÉRIQUE

Loin de vouloir revenir sur les causes qui, personnellement, nous font toujours considérer, dans la pratique, la plupart des paratonnerres comme un danger et non comme un préservatif, nous voulons simplement analyser et résumer aujourd'hui, dans les quelques lignes suivantes, le rapport présenté par M. Lemmon, inspecteur de la Compagnie d'assurance germano-américaine de New-York à l'Association nationale de protection contre le feu. M. Lemmon avait été nommé président d'une commission chargée de relever une statistique détaillée des incendies provoqués par la foudre et d'en déduire les dispositifs qu'elle jugerait les plus sûrs pour assurer la protection des bâtiments et diminuer ainsi le nombre des sinistres.

Nous relevons tout d'abord dans l'*Electrical Review* de New-York les chiffres suivants relatifs aux incendies survenus dans la cité américaine pendant les quatre dernières années.

De 1898 à 1902, on a compté un total de 357 346 incendies et, sur ce nombre, 15 755 ont été provoqués par la foudre, causant un dommage pécuniaire de 21 767 185 dollars. La moyenne, par année, est de 3151 contre une moyenne de 71 469 ayant des origines diverses. Les bâtiments frappés se décomposent ainsi qu'il suit : 9375 fermes, 3842 maisons et 328 églises.

La commission déclare qu'elle ne peut encore nettement définir jusqu'à quel point les forêts et les arbres peuvent agir préventivement, de même qu'elle ne peut déterminer le degré de protection efficace qui peut être dévolu à une tige de paratonnerre; il lui semble, toutefois, qu'un groupe d'arbres entourant une habitation doit être considéré comme une protection, à moins que ces arbres ne soient trop rapprochés et, dans ce cas, ils deviennent dangereux. Ce qui est établi d'une façon certaine, c'est que les arbres plantés en terrain humide sont plus souvent frappés que ceux en terrain sec ou sablonneux. Quant aux essences préférées par la foudre, elles se répartissent comme il suit, par ordre de fréquence : chênes, ormes, pins, sapins et hêtres.

Quant aux conducteurs métalliques, la commission leur reconnait une action protectrice à condition d'être soigneusement établis et, bien que l'on soit en présence, souvent d'une décharge dont les caractéristiques sont inconnues, il est à croire qu'il existe une limite pour laquelle, étant donné une surface métallique suffisante, la sécurité peut être considérée comme réelle. Cependant, la protection garantie par un conducteur, ou un ensemble de conducteurs, dépend des positions relatives de

la décharge et des corps interposés. Plus les corps interposés s'élèvent au-dessus du sol et se trouvent plus près du nuage, et moindre est la résistance offerte à la décharge; par suite, des corps très élevés seront plus fréquemment frappés; de là la nécessité de dispositifs plus minutieux. Comme l'on sait, un paratonnerre métallique possède deux fonctions : il facilite la décharge silencieuse et prévient les décharges disruptives à travers les corps qu'ils surmontent. Ces pointes doivent être placées sur tout édifice un peu élevé et possédant un pignon, des hautes cheminées, un clocher ou un toit pointu; quant au nombre de ces pointes, il variera suivant la forme de l'édifice à protéger et la commission délimite ainsi la zone de protection assurée par une tige :

Toits pointus à couverture métallique : 185^{m2}.

Toits plats à couverture métallique : 464^{m2}.

Toits pointus à couverture non métallique : 464^{m2}.

Toits plats à couverture non métallique : 225^{m2}.

Puis elle ajoute quelques recommandations relatives aux arbres qui sont très près d'un édifice et dont les branches surplombent le toit; dans ce cas, il sera convenable d'établir, le long du tronc de chaque arbre, un conducteur qui aboutira au sommet de la plus haute branche et se terminera par un faisceau de pointes. On pourra encore relier par des conducteurs tous les arbres voisins munis de tiges et de pointes avec des mises à la terre indépendantes.

La forme en ruban devra être préférée pour les conducteurs, et ceux-ci devront avoir un poids, s'ils sont en cuivre, d'au moins 520 gr par mètre et de 3,10 kg par mètre s'ils sont en fer.

Quant aux tiges supérieures, elles seront toujours en cuivre rouge, auront une pointe de forme conique et la hauteur du cône sera égale au rayon de la base. Le diamètre de cette tige ne sera jamais inférieur à 0,016 m et sa hauteur minimum sera de 0,90 m au-dessus du point le plus élevé de l'édifice. La meilleure mise à la terre consiste en une plaque carrée de cuivre de 0,60 m de côté, ayant 0,0015 m d'épaisseur, disposée dans une terre humide, en-dessous des atteintes de la gelée, c'est-à-dire à une profondeur minimum de 1,30 m; elle sera entourée d'une épaisse couche de coke ou de charbon de bois.

A ces prescriptions et à ces renseignements, dont nous avons à dessein respecté tous les détails, nous croyons utile d'ajouter certaines remarques sur les effets de la foudre sur les arbres et sur le rôle que ceux-ci remplissent pendant les orages électriques; ce rôle et cette action semblent avoir été quelque peu négligés dans le rapport de M. Lemmon, et cependant leur importance nous paraît tellement considérable que nous croyons à la nécessité d'en bien connaître le fonctionnement exact.

Les arbres, en effet, exercent une action préventive constante sur la charge atmosphérique; mais, en plus de cette fonction dont ils ne s'acquittent sûrement qu'à la condition d'être réunis en grand nombre, certains arbres isolés peuvent être considérés comme des conducteurs à faisceau multiple et leur action devient alors protectrice.

La foudre ne frappe pas les arbres d'un seul trait fulgurant. D'après Colladon, la décharge affecte la forme d'une vaste nappe cylindrique ou conique qui enveloppe la presque totalité du sommet, suivant un diamètre qui va souvent jusqu'à 30 mètres. Ce fait n'est qu'un exemple de ce que l'on sait sur les ramifications de l'éclair, lorsque plusieurs points d'égale résistance offrent un passage également facile à la décharge; les arbres, les arbustes, avec leurs milliers de pointes dressées verticalement, divisent la décharge principale et transforment l'éclair fulgurant en un éclair arborescent.

Mais comme l'a fait remarquer ici même M. Lemmon d'une façon succincte, l'effet est loin d'être semblable sur tous les arbres. D'après plusieurs statistiques, dressées à des reprises différentes, on a pu constater que si les peupliers et les ormes sont, en général, écorcés, les chênes frappés par la foudre semblent avoir éclaté sous une pression intérieure formidable; quant aux sapins, ils sont généralement coupés net. Cette variété d'effets résulte de la conductibilité différente de ces essences... Les peupliers, par exemple, dont la sève est abondante, n'éprouvent que peu de détériorations intérieures; leur écorce seule est séchée sur certains points et, par la résistance qu'elle offre, elle seule est atteinte. Au contraire, le chêne, dont les fibres présentent d'importantes parties sèches, est déchiré plus profondément. Enfin, le bois du sapin, rendu presque isolant par des exsudations résineuses, possède une résistance énorme et se trouve traversé et coupé par la décharge.

Il faut aussi noter avec M. Werchert de Bichofsheim (Alsace) que le hêtre et les arbres à feuilles rugueuses offrent un danger de destruction moindre que le chêne dont les feuilles sont lisses et comme glacées. Il plaça des feuilles de hêtre sur le plateau d'une machine électrostatique et à cause des innombrables petites pointes qui garnissaient ces feuilles il ne put obtenir un potentiel aussi élevé qu'en opérant avec des feuilles de chêne.

Colladon fait encore remarquer que les jeunes arbres favorisent tout spécialement l'échange silencieux des charges atmosphériques et terrestres. S'ils sont, par hasard, frappés par la foudre, ils n'en souffriront pas. Au contraire, les arbres âgés, qui offrent des parties sèches, sont atteints dans ces parties seulement, et il s'ensuit que les feuilles et les menues branches supérieures, c'est-à-dire les parties jeunes et humides,

n'offrent aucune résistance; la pluie, pendant l'orage, achève de les rendre conductrices.

La preuve en est que les oiseaux ne courent aucun danger en s'abritant dans le feuillage mouillé d'un arbre et qu'un homme, au contraire, pourra être tué par la même décharge au pied du même arbre dont il touche le tronc. Ce phénomène fréquemment observé a été relevé tout particulièrement dans une ferme du Berry sur un peuplier qui, frappé par la foudre pendant un orage, abritait une vingtaine de pintades; ces volatiles furent toutes indemnes, bien que l'arbre portât des lésions profondes sur la partie inférieure du tronc.

On peut déduire de ces quelques remarques :

1° Que la foudre frappe fréquemment les arbres et surtout les arbres isolés;

2° Que les effets de décharge n'apparaissent violents et dangereux que sur le tronc;

3° Que les peupliers et les ormes sont préférés au chêne et au sapin, mais que les très jeunes arbres l'emportent encore, quelle que soit leur essence;

4° Que les arbres frappés sont le plus souvent situés près d'une nappe d'eau.

Georges Dary.

INSTALLATION

DES STATIONS CENTRALES

D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(*Suite*) (1).

IV. — MACHINES AUXILIAIRES.

Importance des machines auxiliaires. — Un examen attentif des dépenses de réparation et de main-d'œuvre d'une station génératrice, principalement lorsque la force motrice est fournie par des turbines à vapeur, montre que les machines et appareils auxiliaires entrent pour une très large part dans le total de ces dépenses. D'autre part, si on considère que la puissance nécessaire pour actionner ces machines auxiliaires représente environ 10 0/0 de la puissance totale de la station, on comprend facilement que, pour rester dans les conditions essentielles d'exploitation économique qui ont déjà été énoncées, l'ingénieur chargé d'établir un projet doit apporter la plus grande attention au choix et à l'installation de ces machines.

Lorsqu'un groupe électrogène est en service, la totalité des appareils auxiliaires qui le complètent fonctionne pratiquement à pleine charge, quelle que soit la charge du groupe électrogène. Il s'ensuit que la dépense de charbon que leur fonctionnement nécessite peut être évaluée à environ 15 0/0 de la consommation totale de la station; il est donc nécessaire de chercher à réaliser des économies de ce chef. D'un autre côté, les considérations qui doivent guider l'ingénieur dans le choix des machines auxiliaires à employer sont les mêmes que celles qui ont été indiquées relativement au choix des groupes électrogènes, c'est-à-dire qu'il faut d'abord assurer autant que possible la sûreté de marche et, en second lieu, obtenir un régime de fonctionnement économique. Il convient de ne pas perdre de vue l'importance relative de la sûreté de marche et du fonctionnement économique, lors du choix du système à adopter, et à sacrifier, au besoin, l'économie de fonctionnement, s'il doit en résulter une plus grande sûreté de marche.

Différents modes de commande des machines auxiliaires — Les machines et appareils auxiliaires peuvent, d'une manière générale, être classés en deux catégories :

1° Appareils actionnés par la vapeur;

2° Appareils actionnés électriquement.

Après avoir soigneusement examiné les avantages et les inconvénients que présente l'emploi de la vapeur et celui de l'électricité pour la commande des appareils auxiliaires, on reconnaît qu'il est impossible d'énoncer des règles fixes et précises s'appliquant à tous les cas et à toutes les catégories si différentes de machines auxiliaires. C'est qu'en effet les machines auxiliaires fonctionnent dans des conditions très différentes les unes des autres; en outre, les services qu'elles peuvent rendre varient d'après l'installation générale de la station.

Ainsi, par exemple, aux Etats-Unis, on n'emploie pas d'économiseurs, ce qui entraîne à adopter des machines auxiliaires, actionnées par la vapeur, afin d'amener l'eau aux réchauffeurs d'alimentation, tandis qu'en Angleterre et sur le continent, où l'on emploie généralement des économiseurs, on a moins d'intérêt à utiliser des réchauffeurs (1).

Si l'on adopte la commande électrique pour tous les appareils auxiliaires, on est amené soit à augmenter de 10 0/0 la puissance des groupes

(1) Voir l'*Electricien*, nos 714, p. 146; 715, p. 168; 716, p. 178; 717, p. 200; 718, p. 209 et 719, p. 234.

(1) A ce sujet, il convient de faire remarquer que l'installation d'économiseurs offre plus d'intérêt lorsqu'on utilise un tirage forcé que lorsqu'on emploie le tirage naturel; dans le premier cas, la température des gaz à la base de la cheminée n'a aucune importance et, par conséquent, on peut leur emprunter une plus grande quantité de chaleur.

électrogènes, soit à installer un groupe électrogène distinct pour ce service spécial. Dans ces conditions, la dépense de premier établissement de ce groupe électrogène supplémentaire doit être appliquée au chapitre des appareils auxiliaires actionnés électriquement; de même, ceux qui sont actionnés par la vapeur nécessitent uniquement l'installation de chaudières de plus grande puissance ou de chaudières supplémentaires.

Les frais d'exploitation seront établis en tenant compte des charges financières résultant du capital absorbé par les dépenses de premier établissement, des frais de conduite et de réparation et du prix du charbon. La question de sûreté de marche (1) doit être également examinée en même temps que celle des dépenses d'exploitation. Pour cette étude, les appareils auxiliaires d'une station génératrice à vapeur peuvent être examinés dans l'ordre suivant :

1° Appareils de la chaufferie, c'est-à-dire les chargeurs mécaniques, les convoyeurs de charbon et de cendres, les économiseurs et les ventilateurs;

2° Les pompes de circulation et les pompes à air;

3° Les pompes d'alimentation;

4° Les excitatrices.

Comparaison de la commande électrique avec la commande à vapeur pour les appareils auxiliaires. — On va examiner cette question dans l'ordre suivant :

a) On trouvera presque toujours, qu'indépendamment de la sûreté de marche obtenue, il y a tout avantage à adopter la commande électrique pour tous les appareils auxiliaires de la chaufferie Ces derniers sont de faible puissance et lorsqu'ils sont actionnés par la vapeur, ils en consomment d'une façon exagérée; en outre, leur surveillance et leur réparation sont coûteuses.

b) En ce qui concerne les pompes de circulation et les pompes à air, les auteurs sont d'avis que la commande électrique est préférable, sauf dans le cas particulier où la station comporte des moteurs à vapeur à mouvement alternatif et à faible vitesse angulaire; dans ce dernier cas il y a alors tout avantage à actionner directement les pompes à air par les moteurs.

(1) Dans le cas où tous les appareils auxiliaires sont actionnés électriquement, le point le plus important est d'assurer d'abord la fourniture du courant aux moteurs commandant ces appareils, la disposition de l'installation elle-même ne venant qu'en second lieu.

Quant aux pompes de circulation, elles doivent quelquefois être installées à une certaine distance de la station et il est évident qu'alors la commande électrique est tout particulièrement à recommander.

c) La solution en ce qui concerne les pompes d'alimentation est plus difficile à trouver. Ces pompes doivent fonctionner à des vitesses variables, tandis que les autres appareils auxiliaires marchent tous à vitesse constante. Les pompes alimentaires à vapeur sont depuis plusieurs années construites d'après un type unique, leur prix d'achat est peu élevé et leur sûreté de marche très grande. L'emploi des pompes d'alimentation à vapeur est indispensable lorsque les feux des chaudières sont poussés à fond et que les groupes électrogènes ne sont pas en service; quoique cette dernière condition ne constitue pas évidemment une objection, il est désirable, dans tous les cas, d'adopter la commande à vapeur pour les pompes alimentaires, lors de la première installation. Le système consistant à employer des pompes alimentaires à vapeur dès le début et à utiliser la commande électrique pour les pompes qui seront installées plus tard, lors des extensions, présente évidemment des avantages; ce qui le prouve, c'est que ce mode d'opérer est presque généralement adopté aussi bien en Angleterre que sur le continent.

Méthodes de commande électrique des appareils auxiliaires. — D'après les indications qui précèdent, on voit que la plupart des appareils auxiliaires doivent être actionnés électriquement (1); mais avant d'examiner la question des excitatrices, il est utile de rechercher quelle est la meilleure méthode à employer pour alimenter d'énergie électrique les moteurs commandant les appareils auxiliaires.

Quatre méthodes différentes peuvent être utilisées pour alimenter les moteurs électriques, savoir :

1° Les barres collectrices;

2° Les barres collectrices avec une batterie d'accumulateurs comme réserve;

3° Des unités génératrices distinctes;

4° Des unités génératrices distinctes avec un dispositif permettant de se brancher en cas de besoin sur les barres collectrices.

(1) Les avantages que présente la commande électrique des appareils auxiliaires seraient encore plus grands s'il était possible d'avoir des pompes à air et des pompes alimentaires fonctionnant à des vitesses convenables. En ce qui concerne les pompes alimentaires, cette difficulté n'est pas insurmontable, car il y en a actuellement en service dans plusieurs stations.

La première de ces méthodes est certainement la plus simple, mais elle présente cet inconvénient, qu'en cas d'interruption complète du courant, non seulement le fonctionnement des groupes électrogènes est arrêté, mais aussi celui des appareils auxiliaires. L'arrêt dure nécessairement aussi longtemps que l'interruption persiste, puisqu'il faut absolument mettre de nouveau les appareils auxiliaires en marche avant que les groupes électrogènes puissent fonctionner.

La deuxième méthode présente l'avantage de permettre toujours le fonctionnement des appareils auxiliaires, même lorsque les génératrices principales ne sont pas en service. Ce mode d'opérer est toutefois plus compliqué que le premier, surtout si la station produit du courant alternatif, car il est alors nécessaire d'installer un convertisseur entre les barres collectrices et la batterie d'accumulateurs.

rant continu pour alimenter les moteurs des pompes et les inducteurs des excitatrices; c'est la solution qui présente le moins d'inconvénients en cas d'accident survenant aux appareils auxiliaires commandés par des moteurs polyphasés.

Si l'on adopte la quatrième méthode, il convient de prévoir, lors de la première installation de la station, l'emploi de machines et appareils auxiliaires actionnés par des moteurs polyphasés, ces derniers étant alimentés par des transformateurs fixes reliés directement aux barres collectrices, sans qu'il soit nécessaire d'installer une génératrice spéciale pour ce service. L'établissement de ce groupe électrogène distinct peut être différé jusqu'au moment où l'extension de la station nécessite son emploi. En résumé, on peut, dès le début, adopter la première méthode en prévoyant, pour plus tard, l'adoption de la quatrième, lorsque la puissance de la station se sera suffisamment développée.

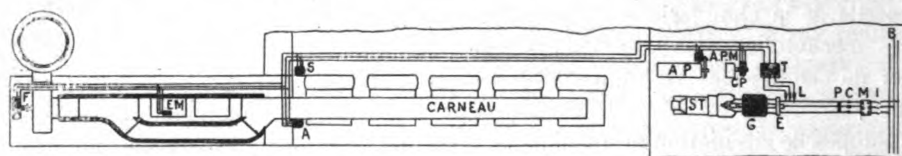


Fig. 11. — Schéma des connexions pour la commande électrique des appareils auxiliaires d'une unité génératrice complète.

LÉGENDE :

A. Moteur du convoyeur de cendres.
AP. Pompe à air.
APM. Moteur de la pompe à air.
B. Barres collectrices.
C. Transformateurs de courant.
CP. Pompe de circulation et son moteur.
E. Excitatrice.
EM. Moteur de l'économiseur.
F. Moteur du ventilateur.
G. Génératrice.
I. Interrupteurs.
L. Fusibles.
M. Interrupteur à huile.
P. Transformateur de tension.
S. Moteur du chargeur mécanique.
ST. Turbine à vapeur.
T. Transformateur.

La méthode qui se prête le mieux à tous les besoins est certainement la troisième, surtout lorsque l'importance de la station est suffisante pour justifier l'installation de groupes électrogènes auxiliaires d'assez grande puissance. L'éventualité d'un arrêt existe toujours, mais il est facile d'éviter toute interruption, soit en employant une batterie d'accumulateurs, soit en installant un dispositif permettant de prendre le courant aux barres collectrices, en cas de besoin, solution qui constitue la quatrième méthode. Cette dernière méthode présente de nombreux avantages parce qu'elle permet d'installer des moteurs polyphasés pour commander les appareils auxiliaires.

Si l'on adopte l'emploi des moteurs polyphasés, comme cela paraît rationnel, et que, dès le début, on utilise des pompes alimentaires à vapeur, on peut se passer de produire du cou-

Système d'unité génératrice complète pour la commande des appareils auxiliaires. — Il y a une autre méthode que l'on peut adopter et qui constitue une extension du système d'unité complète. Elle présente de grands avantages quoique, à notre connaissance, elle n'ait pas encore été appliquée.

Cette méthode consiste à actionner la totalité des appareils auxiliaires à l'aide du courant produit par un groupe électrogène spécial. Les transformateurs fixes nécessaires sont reliés directement aux bornes de l'alternateur et leur puissance doit être suffisante pour qu'ils puissent alimenter les moteurs commandant les pompes à air, les pompes centrifuges, les chargeurs mécaniques, les ventilateurs pour le tirage forcé et même, si on le désire, les pompes alimentaires. Tous ces appareils seraient reliés d'une manière permanente avec le groupe électro-

gène par l'intermédiaire d'un commutateur. Au démarrage, les commutateurs commandant les pompes à air et les pompes centrifuges peuvent être laissés dans le circuit et l'inducteur de la génératrice principale peut être excité. Dans ces conditions, les appareils auxiliaires seraient mis en marche simultanément avec la génératrice principale, comme s'ils étaient couplés ou engrenés mécaniquement avec elle. Dans ce cas, on installerait des connexions souples afin de pouvoir utiliser comme réserve pour les autres groupes les moteurs, les pompes à air, les pompes alimentaires ou les ventilateurs que l'on pourrait ainsi mettre en service; mais, en régime normal, chaque groupe électrogène utiliserait les appareils auxiliaires qui lui sont spécialement affectés et se trouverait, par conséquent, absolument indépendant de tous les autres.

Les avantages principaux que présenterait une installation de ce genre, consisteraient en une simplification du tableau de distribution, d'où une économie et aussi en une sûreté de fonctionnement plus grande.

On verra sur le schéma (fig. 11) que les barres collectrices sont à l'abri de toute interruption de service du fait des transformateurs, par suite de la disposition donnée au commutateur de l'alternateur principal.

Circuits d'excitation. — On va examiner maintenant la question des circuits d'excitation, question qui a toujours été très importante. De nombreux essais ont été faits pour actionner chaque excitatrice en plaçant son induit sur l'arbre même de l'alternateur auquel elle est destinée; mais cette méthode n'a pas été adoptée d'une manière générale parce que toute variation de vitesse angulaire de l'alternateur, ajoutée à la variation de l'intensité du courant d'excitation qui en résulte, a pour effet de modifier la différence de potentiel entre les barres collectrices du tableau de distribution, effet d'autant plus sensible que les dynamos à courant con-

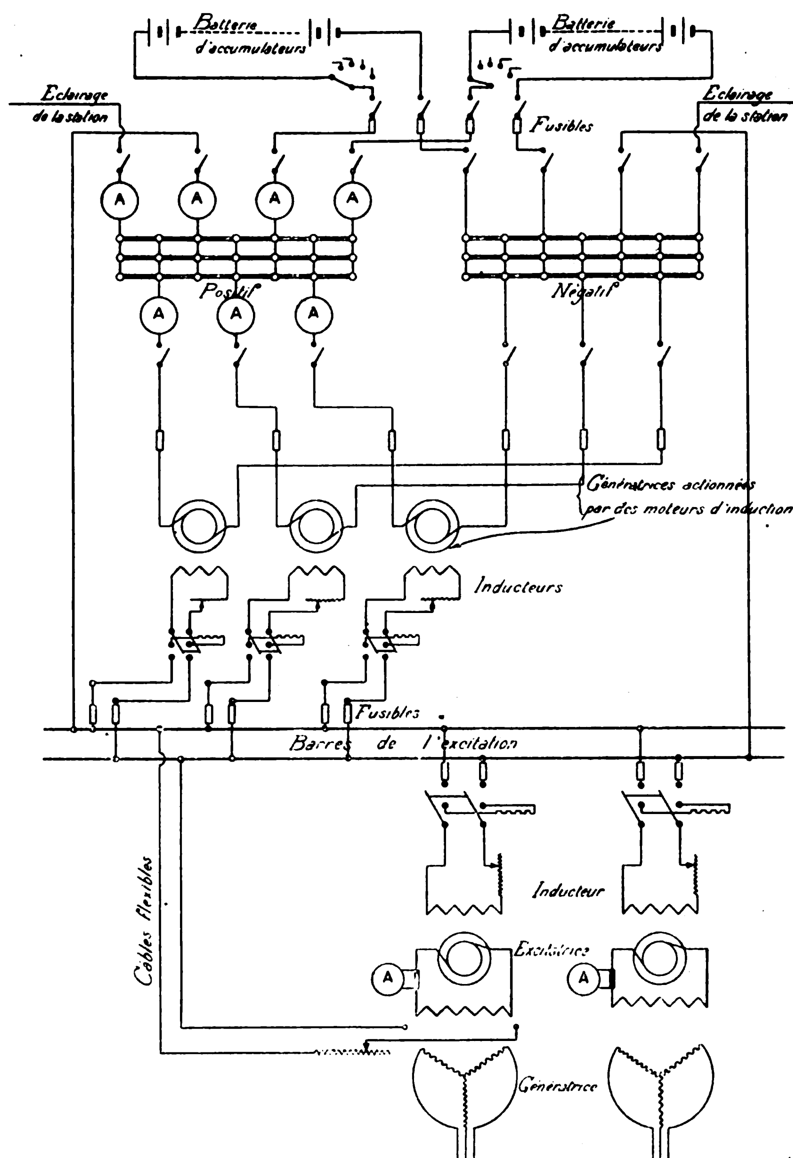


Fig. 12. — Schéma du circuit d'excitation de la station de Carville.

tinu et à faible vitesse angulaire ont un régime de marche assez instable. Toutefois, les auteurs sont d'avis qu'avec des moteurs à grande vitesse et, plus particulièrement, avec les turbines à vapeur, toutes ces difficultés peuvent être facilement évitées et que l'on peut en toute sûreté, dans ces conditions, monter l'induit de l'excitatrice sur l'extrémité de l'arbre de l'alternateur.

La pratique actuelle, qui consiste à commander électriquement tous les appareils du tableau de distribution, nécessite l'emploi d'une petite batterie d'accumulateurs. Il est alors avantageux d'utiliser cette batterie pour fournir le courant d'excitation aux inducteurs des excitatrices montées directement sur l'arbre de l'alternateur. Le schéma des connexions de ce dispositif est donné figure 12. L'installation comporte en pratique deux batteries qui, alternativement, sont utilisées pour fournir normalement le courant d'excitation aux inducteurs des excitatrices; mais, dans le cas où un accident surviendrait à ces excitatrices et les mettrait temporairement hors de service, la batterie pourrait être utilisée pour exciter directement l'alternateur. On installe deux batteries afin d'éviter les variations d'intensité du courant d'excitation lorsque l'une d'elles est en charge. Les mêmes batteries fournissent non seulement le courant nécessaire pour l'excitation et pour la manœuvre des commutateurs, mais peuvent encore alimenter les circuits d'éclairage de la station, en cas d'accident.

MERZ et MC LELLAN.

(*A suivre.*)

RHÉOSTAT DE MISE EN MARCHE

POUR MOTEUR DE 1500 CHEVAUX

Nous empruntons à l'*Electrical World* la description d'un rhéostat de mise en marche destiné à un moteur de 1500 ch à la tension de 500 volts, récemment construit par la Cutler-Hammer Manufacturing Cº, et qui est probablement le plus grand appareil de ce type construit jusqu'ici.

Ce rheostat, qui est destiné à la mise en marche sous pleine charge, à intervalles fréquents, comporte une série de 9 interrupteurs à levier montés sur un tableau d'ardoise; chaque interrupteur à levier étant destiné à commander une fraction de la résistance totale. Les interrupteurs sont du type à rupture automatique Cutler-Hammer, ayant leurs contacts principaux en cuivre laminé, un contact auxiliaire en cuivre et un contact de rupture formé d'un bloc de charbon amovible.

Les différents leviers sont verrouillés de façon à ne pouvoir être manœuvrés que dans un ordre déterminé.

Quand le courant de ligne est interrompu, chaque interrupteur revient automatiquement à sa position de départ.

La résistance est constituée par des tubes de fer dans lesquels circule un courant d'eau. En fermant le premier interrupteur, le levier de commande manœuvre en même temps une vanne qui admet l'eau dans les tubes; cette vanne est placée derrière le tableau. A l'arrêt, le premier levier ferme la vanne, tandis que le dernier ouvre un robinet de purge.

Cet appareil présente une supériorité marquée sur les rhéostats à plots. La manœuvre d'un rhéostat à plots de cette importance nécessiterait l'emploi d'un moteur et d'un très grand sectionnement de la résistance pour éviter la formation d'arcs dangereux entre les divers plots pendant la manœuvre. D'autre part, tandis que dans le rhéostat à plots, si la manette est manœuvrée brutalement, on peut craindre d'endommager l'appareil et le moteur qu'il commande par une charge trop brusque, avec le rhéostat que nous venons de décrire, il n'y a aucun danger de cette nature à redouter parce que la manœuvre des 9 leviers prend nécessairement un temps qui est toujours suffisant pour prévenir un tel accident.

A. B.

MESURES A PRENDRE

POUR EMPÊCHER L'INFLUENCE DES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES SUR LES INSTRUMENTS DE MESURE ÉLECTRIQUE DANS LES LABORATOIRES (1)

Les installations de transport de force électrique, toujours de plus en plus nombreuses, et surtout les installations de tramways électriques, occasionnent dans le champ magnétique terrestre certaines perturbations dont l'importance atteint et dépasse même parfois celle du champ terrestre lui-même.

Les perturbations dues à la présence des tramways électriques qui se servent de la voie comme ligne de retour peuvent, dans la plupart des cas, se diviser en deux catégories.

Celles de la première catégorie sont dues à l'influence à distance des conducteurs de courant et du champ de dispersion des moteurs; celles de la seconde catégorie, au contraire, aux courants dérivés par la terre, ceux-ci résultant non seulement du fait que la terre est le siège d'un courant dérivé du courant passant par les rails, mais aussi du fait que, dans le cas d'une usine de force unique, les pertes en tension varient d'une section du réseau à l'autre, occasionnant ainsi entre ces différentes sections une série de courants compensateurs passant par la terre.

Ces différents phénomènes eurent, naturellement, comme résultat immédiat, celui de restreindre dans les laboratoires de physique et

(1) Communication faite à la treizième assemblée générale de l'Union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local à Vienne (Autriche).

d'électrotechnie, le champ d'investigation des instruments et autres appareils basés sur l'action magnétique terrestre.

Les perturbations de la première catégorie n'ont qu'une influence très réduite pour les laboratoires distants d'environ 200 m de la voie, et il n'y a pas lieu de les prendre en considération, même pour les mesures de haute précision; c'est ce qu'ont prouvé, en effet, des observations maintes fois répétées et confirmées, d'ailleurs, par le calcul. Passé cette distance, ce sont exclusivement les courants par la terre qui portent entrave aux mesures électriques opérées par les instruments précités.

Nous ferons de suite remarquer qu'il faut distinguer deux sortes d'appareils de mesure électrique basés sur l'action du champ magnétique terrestre. Ce sont d'abord les instruments servant à l'étude du magnétisme terrestre lui-même ou des phénomènes qui en découlent. Ces instruments ont, naturellement, toutes leurs indications faussées, lorsqu'ils se trouvent établis dans un champ magnétique troublé par la présence d'un tramway électrique; aussi, les laboratoires qui étudient spécialement ce genre de phénomènes, ne peuvent-ils être établis qu'en dehors des agglomérations. Tel est, par exemple, l'Observatoire magnétique situé près de Potsdam; cet institut a réclamé, non sans raison, qu'aucun tramway à courant continu et dont le retour du courant s'opérait par le rail, ne soit établi dans une périphérie de 15 km.

Mais pour la plupart des laboratoires, des universités et des écoles polytechniques, les recherches relatives au magnétisme terrestre n'ont qu'une importance relative, déjà par le fait que, situés à l'intérieur des agglomérations, les indications des appareils seraient déjà fortement faussées par les vibrations résultant du passage des voitures et autres véhicules dans les environs.

Il suffit donc, pour les laboratoires de ces instituts, d'éliminer, pour les remplacer par d'autres plus appropriés, les instruments de la seconde catégorie, c'est-à-dire les instruments qui ne sont basés que d'une façon secondaire sur l'action du champ magnétique terrestre.

La maison Siemens et Halske a bien voulu mettre à notre disposition toute une série d'instruments de mesure. Les uns montrent les appareils les plus plus typiques basés sur l'action du magnétisme terrestre, les autres, ceux qui font abstraction de l'emploi du magnétisme terrestre, comme force directrice.

Les progrès réalisés dans la construction de ces derniers appareils sont dus en partie au fait que, dans les usines génératrices également, le magnétisme terrestre était influencé, tout comme dans les installations de tramways et parfois même avec une plus grande intensité; mais ici, la cause de ces perturbations devait surtout être recherchée dans l'effet à distance des conducteurs électriques et dans la dispersion du flux des moteurs.

La création d'instruments non influencés par les phénomènes précités s'imposait donc, et l'on ne tarda pas à reconnaître dans les appareils établis d'après le principe de Deprez d'Arsonval, une voie excellente qui permettrait, pour toute une série d'appareils, de surmonter les difficultés.

Le principe de tous ces appareils est de comprendre un aimant fixe à champ magnétique relativement intense, embrassant la bobine mobile par laquelle passe le courant à mesurer. Ce champ magnétique intense, qui comprend plusieurs centaines de lignes de force par gw. cm., prend, en quelque sorte, dans les anciens appareils, la place du champ magnétique terrestre, lequel ne comporte qu'une intensité de champ de 0,2 unités; en d'autres mots, alors que le champ magnétique de l'aimant fixe comporte plusieurs centaines d'unités, le champ magnétique terrestre n'en comporte qu'environ 0,2.

Pour tous les instruments construits d'après le principe Deprez d'Arsonval, les opérations de mesure dépendent seulement de la valeur absolue du champ magnétique de l'aimant fixe et l'on voit immédiatement combien est réduite, pour la précision de ces opérations, l'influence exercée par le magnétisme terrestre; peu importe que cette influence soit ajoutée à l'action de l'aimant ou en soit retranchée.

Parmi tous les instruments dont nous parlerons dans la suite, nous citerons en premier lieu le galvanomètre à torsion. Cet instrument a, pendant de longues années, rendu de grands services à la science; mais dans les champs magnétiques terrestres influencés par des causes extérieures, il donnait lieu à de grandes difficultés dans les opérations de mesure.

Cet instrument fut, dans la suite, remplacé par toute une série d'instruments établis d'après le principe Deprez d'Arsonval et qui permettaient sans aucune difficulté les opérations de mesure dans un champ magnétique terrestre influencé, voire même dans le voisinage des dynamos.

Si nous passons aux instruments employés dans la mesure des faibles courants, nous trouvons d'abord le galvanomètre universel de Siemens et le galvanomètre différentiel; ces deux instruments, d'une application si répandue, sont tous deux des galvanomètres à aiguille.

Ces instruments, ne permettant pas d'effectuer les mesures dans les champs magnétiques influencés, furent bientôt remplacés par l'appareil de mesure universel pour les conducteurs télégraphiques et téléphoniques, et par le galvanomètre universel de précision, d'une application très répandue dans les laboratoires d'essais des instituts scientifiques et des usines électriques; ces deux appareils sont tous deux basés sur le principe de Deprez d'Arsonval.

Le principe du galvanomètre différentiel se retrouve sous une nouvelle forme, mais toujours d'après le principe de Deprez d'Arsonval, notamment dans l'appareil destiné à déterminer la résistance des joints de rail de Siemens et Halske; cette résistance est donnée par l'appareil non pas en valeur absolue, mais en longueur de rail; cet appareil permet de procéder à deux opérations de mesure dans un champ fortement influencé, même lorsque l'instrument est placé directement au-dessus d'un rail parcouru par le courant.

Les instruments types dont nous venons de parler n'ont qu'une importance secondaire pour les établissements scientifiques; les instruments que nous citerons dans la suite, notamment le galvanomètre à miroir, ont, au contraire, pour ces établissements, une importance capitale.

Aussi longtemps que le champ magnétique terrestre n'était pas influencé, les galvanomètres ordinaires et les galvanomètres astatiques à bobine fixe et à aimant mobile, étaient d'une application très répandue dans tous les laboratoires.

Cette catégorie d'instruments ne pouvait plus être employée dans les villes qui possédaient un réseau de tramways électriques. Ils furent remplacés par un galvanomètre à miroir, basé également sur le principe Deprez d'Arsonval, puis par un instrument de très haute précision : le galvanomètre cuirassé de du Bois Rubens.

Cet appareil possède, comme les appareils d'ancienne construction, des bobines fixes et un aimant mobile.

La protection magnétique de ces instruments est obtenue moyennant une triple cuirasse en acier coulé; cette protection est si forte que les perturbations magnétiques ne sont plus que la 1/900e partie de ce qu'elles seraient dans un appareil du même type et de même sensibilité, mais non pourvu de cuirasse.

Grâce à sa très grande sensibilité et grâce à quelques autres qualités encore, cet instrument est aujourd'hui employé dans de nombreux Instituts scientifiques, et a certes permis de résoudre plus d'un point litigieux qui s'était élevé entre ces Instituts et les exploitations de tramways électriques.

L'acte de concession autorisant la mise à l'électricité du réseau des tramways de Berlin et de Charlottenbourg, contenait de prime abord toute une série de clauses très étendues et très lourdes pour les compagnies de tramways; ces clauses avaient été introduites dans l'acte de concession afin de protéger contre les perturbations occasionnées dans les appareils de mesure électrique par les tramways électriques, d'une part, l'Institut physicotechnique de l'Empire, lequel est situé dans la Marchtrasse, l'une des rues les plus fréquentées de Berlin, d'autre part, les laboratoires de physiologie, d'hygiène et de physique de l'Université de Berlin.

C'est ainsi, par exemple, qu'il était défendu d'établir, à moins d'un kilomètre de l'Institut physicotechnique, une ligne de tramways qui comporterait une prise de courant aérienne et dont le retour du courant se ferait par le rail.

Comme presque toutes les lignes des tramways de Berlin-Charlottenbourg devaient passer dans le voisinage de cet Institut et comme, d'un autre côté aussi, plusieurs lignes situées sur le territoire de Berlin passaient à moins de 200 mètres des différents laboratoires de l'Université, on dut se décider à introduire sur ces lignes un service par accumulateurs. Or, chacun sait combien peu économique est un tel service, le peu de sécurité qu'il présente, et les aléas auxquels il conduit. Même le service mixte (trolley et accumulateurs) qui, dans la suite, vint remplacer le service par accumulateurs seuls, n'apporta pas grande amélioration et l'on dut reconnaître que des démarches s'imposaient dans le but d'obtenir d'une façon générale le système de traction par fil aérien; il y avait naturellement lieu de tenir compte des prescriptions formulées dans l'acte de concession en faveur des Instituts précités.

Aussitôt que les galvanomètres à miroir du système Deprez d'Arsonval et le galvanomètre cuirassé de du Bois Rubens furent employés dans différents laboratoires et qu'il fut reconnu que les résultats donnés par ces appareils devaient être regardés comme non entachés d'erreurs, la Compagnie des tramways de Berlin-Charlottenbourg, de même aussi la grande société de Berlin, se mirent en rapport avec la direction des Instituts précités pour obtenir la traction par fil aérien dans les rues pour lesquelles ce système de prise de courant avait été jusqu'ici défendu.

A la suite de ces démarches, l'Université de Berlin, au nom des laboratoires de physiologie, d'hygiène et de physique, autorisa les deux compagnies de tramways, par contrat du 2 avril 1901, à ne plus tenir compte de certaines restrictions qui leur avaient été imposées par les autorités, lors de la mise à l'électricité des tramways (Grande Société des tramways de Berlin : autorisation du 4 mai 1900; tramways de Berlin-Charlottenbourg : autorisation du 16 juin 1900). Les deux compagnies de tramways prenaient cependant vis-à-vis des Instituts précités les engagements suivants :

1° Aucun arrêt, ni aiguillage en boucle ne sera établi à une distance moindre de 60 mètres des Instituts;

2° Les feeders souterrains seront autant que possible établis du côté de la rue opposé à celui longé par les Instituts; dans tous les cas, les câbles feeders + et — seront établis à la même profondeur et à une distance l'un de l'autre d'au moins 10 cm d'âme en âme;

3° Les deux compagnies de tramways paieront aux Instituts précités une somme de 30.000 mark à titre d'indemnité. La répartition de cette somme

entre les différents laboratoires sera soumise à l'approbation du ministre compétent.

Nous ajouterons que l'indemnité de 30000 marks devait presque entièrement être employée à l'achat d'instruments du système nouveau.

Enfin, après de nombreux pourparlers entre la Grande Société de Berlin d'une part et le laboratoire physicotechnique de l'Empire (Physikalischer technischer Reichsanstalt), d'autre part, une convention en date du 30 mai 1902 annula les réserves faites à la Compagnie pour la mise à l'électricité par fil aérien unique et pour le retour par le rail. Cette annulation eut lieu aux conditions suivantes :

1° La direction des tramways de Berlin-Charlottenbourg fournira à ses frais au laboratoire physicotechnique de l'Empire 11 galvanomètres du système Deprez d'Arsonval, ainsi que 10 galvanomètres cuirassés du système du Bois Rubens;

2° La traction par fil aérien unique n'est pas tolérée sur toute l'étendue de la Marchstrasse, y compris sur le pont (Marchbrücke). La Compagnie de tramways pourra y établir, soit la traction par accumulateurs, soit un système de traction à fil d'adduction isolé; ce système de traction sera préalablement soumis à l'approbation de l'Institut;

3° Les extrémités de la section de ligne désignée au 2° seront réunies aux rails des sections voisines par un joint parfaitement isolant.

4° Les deux sections voisines seront alimentées par des usines de force distinctes. Le cas échéant, le conducteur double isolé le long de la Marchstrasse, ne sera en conséquence relié qu'à l'une des deux extrémités seulement.

5° Dans le cas où une ligne de tramway serait établie dans la Cauerstrasse, celle-ci sera alimentée par l'usine de force de Charlottenbourg; la réunion avec une autre ligne située de l'autre côté de l'eau devra être obtenue par un joint de rail isolant, cette ligne étant elle-même alimentée par une usine de force distincte.

6° Il ne sera établi d'usine de force à moins de 1 kilomètre de l'Institut.

7° Afin de réduire autant que possible les perturbations d'ordre mécanique, lesquelles sont plus importantes lors du passage d'une voiture motrice que lors du passage d'une voiture d'attelage, la prescription déjà imposée de réduire la vitesse au passage de l'Institut est maintenue.

Ces prescriptions ont également, d'accord avec la Compagnie de tramways, été comprises dans l'arrêté du préfet de police relatif à l'établissement du fil aérien.

La Compagnie de tramways se mit en conséquence immédiatement à l'œuvre pour la mise en service de ces tronçons de ligne, au moyen d'un fil de trolley unique, c'est-à-dire avec retour du courant par le rail; sur une longueur d'environ 500 mètres seulement, dans la Marchstrasse au passage de l'Institut, on établit, pour satisfaire à la prescription 2° citée plus haut, un double fil de trolley, l'un de ces fils servant à l'adduction du courant, l'autre à son retour.

Les travaux marchèrent rapidement, et déjà, le 1er décembre de la même année, la dernière voiture à accumulateurs était retirée du service. Cet événement fut accueilli très favorablement par tout le monde, car, par suite du poids énorme des accumulateurs qu'elles devaient transporter avec elles, les voitures ainsi équipées ont toujours, là où elles étaient employées, nui à une exploitation rationnelle.

Si la traction à trolley est parvenue à remplacer la traction à accumulateurs sur certaines lignes de Berlin, c'est grâce à la construction des instruments modernes dont nous avons parlé plus haut. Ces appareils, qui répondent aujourd'hui à tous les *desiderata* de la science, ont, en effet, permis aux Instituts précités et aux autorités compétentes d'abandonner les charges si lourdes qui avaient été imposées aux deux compagnies de tramways dans l'acte de concession.

Nous citerons, en terminant, quelques autres Instituts scientifiques qui, à l'instar des laboratoires de Berlin, dont nous avons parlé plus haut, emploient également le galvanomètre cuirassé; ce sont :

1° Le laboratoire de physique de l'Université de Halle;

2° Le laboratoire de physique de l'Université de Munich;

3° Le laboratoire de physique de l'Université d'Utrecht;

4° Le laboratoire de l'Etat de Hambourg;

5° Le laboratoire de physique de l'Université Harward à Cambridge (Etats-Unis);

6° L'Université Columbia à New-York;

7° Le bureau national d'étalonnage (National bureau of Standards), à Washington.

Plusieurs de ces Instituts suivirent l'exemple donné par Berlin, en abandonnant en faveur des exploitants de tramways certaines clauses contenues primitivement dans l'acte de concession, et relatives au retour du courant par le rail. L'abandon de ces clauses, d'où résulte un désistement de réclamations ultérieures, montre bien que les nouveaux appareils cités plus haut résolvent d'une façon tout à fait satisfaisante le problème si important de l'influence des tramways sur les instruments servant aux mesures électriques.

Aussi, les exploitants de tramways ont-ils une dette de reconnaissance non seulement envers les constructeurs de ces nouveaux appareils, mais surtout envers les savants qui dirigent ces Instituts et les autorités, pour l'empressement qu'ils ont montré en délivrant certaines exploitations de tramways de charges parfois très lourdes.

Nous pouvons d'ailleurs ajouter que, grâce aux importants perfectionnements apportés dans la construction des appareils de mesure, il n'est plus

à craindre que les établissements scientifiques imposent encore à l'avenir des assujettissements analogues à ceux imposés jusque dans ces derniers temps à certaines compagnies de tramways.

BJÖRKSOREN,
Ingénieur en chef des tramways de Berlin
(Grosse Berliner Strassenbahn).

BIBLIOGRAPHIE

La télégraphie sans fil et les ondes électriques, par J. BOULANGER, lieutenant-colonel du génie et G. FERRIÉ, capitaine du génie. 5e édition, augmentée et mise à jour. — Un volume, format 22 × 14 cm, de 253 pages avec 111 figures. Prix : 4 fr (Paris, Berger-Levrault, éditeur).

Depuis la fin de 1896, époque à laquelle on commença à parler de la télégraphie sans fil, on a publié sur cet intéressant sujet nombre d'articles et de mémoires, pris des brevets et aussi publié quelques livres.

Le public, habitué à trouver dans les journaux, pour ainsi dire chaque jour, des articles relatant les merveilles de la télégraphie sans fil, a cru qu'il s'agissait de résultats indiscutablement acquis et que l'immense réseau de fils télégraphiques et de câbles sous-marins devenait encombrant et inutile. Le bon public, en lisant ces articles, ne se doute pas qu'ils sont rédigés par de *soi-disant vulgarisateurs* qui n'ont d'autre objectif que de remplir quelques colonnes de leur prose afin de flatter la curiosité publique en lui présentant des découvertes sensationnelles, ayant certainement comme point de départ un fait scientifique, mais dont les applications sont très exagérées et souvent invraisemblables. D'autres fois, ces articles sont uniquement rédigés pour lancer une affaire financière.

Dans ces conditions, il est heureux que des savants, qui sont en même temps excellents praticiens, mettent les choses au point et présentent la question de la télégraphie sans fil avec toute la rigueur scientifique voulue, tout en exposant très sincèrement et clairement les résultats d'expériences personnelles.

MM. Boulanger et Ferrié ont consciencieusement rempli ce programme et l'on peut affirmer que le lecteur trouvera dans cette cinquième édition l'état de nos connaissances actuelles sur cette curieuse application des ondes électriques.

Naturellement les auteurs commencent par exposer la théorie de Maxwell ainsi que les vérifications expérimentales de cette théorie Cette sorte d'introduction permet au lecteur d'acquérir les notions scientifiques indispensables sur lesquelles reposent les divers systèmes de télégraphie sans fil.

Le principe et la description sommaire d'une station de télégraphie sans fil, le fonctionnement des antennes et les théories des divers phénomènes forment trois chapitres qui complètent la partie théorique du livre.

La partie descriptive comprend l'étude des différents dispositifs de syntonisation, la description détaillée des organes d'une station de télégraphie sans fil tant pour la transmission que pour la réception, les divers modes d'installation des appareils, etc.

Les trois derniers chapitres donnent tous les renseignements utiles sur les expériences effectuées entre la France et l'Angleterre, entre la France et la Corse, à l'établissement central de la télégraphie militaire, à la commission centrale de la marine, entre la Martinique et la Guadeloupe et enfin sur les expériences à très grande distance de M. Marconi.

Les conclusions énoncées par les auteurs à la fin de leur travail sont à retenir, car elles sont la conséquence de leur expérience personnelle et d'une pratique de plusieurs années. Ils disent que les applications de la télégraphie sans fil ne peuvent qu'être limitées, que la télégraphie sans fil ne *peut pas remplacer* les procédés de communication employés actuellement, mais qu'elle constitue un *complément précieux* que l'on ne saurait négliger, principalement sur mer où, le plus souvent, elle est le seul moyen de communication possible.

Toutes les personnes désireuses de connaître exactement les principes et les applications de la télégraphie sans fil ne sauraient trouver de meilleur guide pour cette étude que le livre de MM. Boulanger et Ferrié.

J.-A. MONTPELLIER.

Leçons d'électricité, par E. CARVALLO, docteur ès sciences, agrégé de l'Université, examinateur à l'École polytechnique, professeur à l'École pratique d'électricité industrielle. — Un volume format 245 × 160 mm, de XIV-259 pages avec 203 figures. Prix cartonné : 10 fr (Paris, Ch. Béranger, éditeur).

En lisant la préface de cet ouvrage, on est immédiatement fixé sur le but poursuivi par l'auteur qui es d'inaugurer une nouvelle méthode d'enseignement plus rationnelle que la méthode classique. Rejetant les hypothèses fausses, les comparaisons risquées et les points de vue contradictoires, l'auteur cherche la clarté dans une exposition bien ordonnée des lois expérimentales et dans leur identification avec les lois de la mécanique. En outre, M. Carvallo s'est efforcé d'élaguer les difficultés mathématiques sans rien sacrifier toutefois de la précision et de la logique; il a soin de prévenir le lecteur que la seule connaissance des mathématiques élémentaires avec les premières notions de calcul différentiel est suffisante pour le conduire aux limites utiles de la science électrique moderne.

Voilà un programme nettement défini et bien fait pour éveiller la curiosité de tous les électriciens. Nous pouvons leur dire que ce programme est très exactement rempli et nous sommes persuadé que ce mode d'enseignement facilitera beaucoup l'étude de l'électrotechnique. Chaque fois que l'occasion se présente, M. Carvallo ne manque pas de rappeler les principes mathématiques qui vont être appliqués, et cela d'une manière à la fois claire et concise.

Il faudrait de nombreuses pages pour analyser complètement cette nouvelle méthode d'enseignement et nous dépasserions les limites d'une notice bibliographique si nous examinions successivement et en détail les différents chapitres de ces excellentes leçons. Nous nous bornerons donc à les signaler et à engager non seulement les jeunes étudiants, mais encore tous les professionnels à profiter de cet utile enseignement.

J.-A. M.

Monographien über angewandte Elektrochemie. XIII Band. Carborundum, von Francis A. J. Fitz-Gerald. Ins Deutsche übertragen von Dr Max Huth (*Monographies sur l'électrochimie appliquée*. Vol XIII : *Le carborundum*, par Francis A. J. Fitz-Gerald. Traduit en allemand par le Dr Max Huth). — Un volume in-8° de VI-44 pages avec 9 figures et 3 tableaux. Prix broché : 2 mark (Halle-sur-Saale, Wilhelm Knapp, éditeur, 1904).

La maison d'édition Wilhelm Knapp vient d'ajouter le nouveau volume ci-dessus à sa collection de monographies sur l'électrochimie appliquée, que nous avons déjà eu l'occasion de signaler à diverses reprises. Le texte anglais de M Fitz-Gerald, ainsi que sa traduction allemande, comprend les cinq grandes divisions suivantes : I. Historique ; II. Fours à carborundum d'Acheson ; III. Raffinage, propriétés et analyse du carborundum ; IV. Applications diverses du carborundum (son emploi comme matière réfractaire, son utilisation dans la fabrication de l'acier, dans la production du silicium) ; V. Obtention simultanée du zinc et du carborundum. Une annexe indique les chiffres de la production du carborundum aux Etats-Unis et nous apprend que cette production, de 454 kg seulement pour les deux années de 1891 et 1892 réunies, s'est élevée à 1 741 000 kg en 1901 et à 1 697 200 kg en 1902. La même annexe donne la liste des brevets délivrés aux Etats-Unis et en Europe et ayant trait au carborundum, ainsi que des détails bibliographiques concernant ce corps qui, bien que nouveau venu, occupe déjà une place assez importante dans l'industrie.

CHRONIQUE

Action de la foudre sur les édifices.

M. Killingworth Hedges examine dans les statistiques relevées par le Comité des recherches sur les accidents par la foudre, les principales causes d'inefficacité du type ordinaire de paratonnerres tel qu'il est établi sur certains édifices. Il dit qu'il n'y a pas d'avantages à établir ces paratonnerres sur les bâtiments ordinaires à moins qu'ils ne soient pourvus de tours très élevées. Si les conducteurs sont disposés de manière à former un seul réseau protecteur sur tous les toits, une décharge, suivant toute probabilité, sera reçue par l'une des parties de ce réseau et passera de là à la terre, sans aucun dommage. — A.-H. B.

Les instruments de mesure à l'Association britannique.

Un rapport supplémentaire a été soumis à la Commission sur les étalons pour mesures électriques. Il a été démontré que pendant cette année des progrès considérables ont été réalisés par M. L. Œrtling et le laboratoire national de physique dans la construction de ces instruments de mesure. M. F.-S. Smith a achevé ses recherches sur la construction d'une unité de résistance au mercure et il présentera comme complément à ce rapport une communication à ce sujet.

Parmi les autres travaux examinés cette année à l'Association britannique, on peut citer encore des études sur la radioactivité et les rayons N.

L'année prochaine, l'Association tiendra son Congrès dans l'Afrique du Sud. — A.-H. B.

Alliages magnétiques.

M. R.-A. Hadfield, dans une étude présentée à la même association et intitulée « la production d'alliages magnétiques, au moyen de métaux non magnétiques », fait remarquer qu'il a obtenu un alliage magnétique de cuivre au moyen du manganèse. Cuivre, aluminium et manganèse sont des métaux non magnétiques, mais il est surprenant de trouver que leur combinaison dans certaines proportions produit un alliage présentant des propriétés magnétiques considérables. M. Hadfield montre un alliage, mais il explique que malheureusement, il est très cassant et que tous les essais tentés pour le forger à chaud ou à froid à des différentes températures ont été absolument sans succès.

Le professeur C. Knott décrit les recherches qu'il a réalisées dans le but d'étudier les propriétés électriques et magnétiques des fils de nickel et d'étain à de hautes températures.

Un nouvel appareil-signal de température fonctionnant électriquement est ensuite décrit par M. Darwin.

M. W. Cramp présente aussi un travail sur les *Essais des moteurs à courants alternatifs par le courant continu*. — A.-H. B.

Un nouveau procédé pour la production de courants à hautes fréquences.

M. Ernest Ruhmer, de Berlin, signale dans le *Mechaniker* un nouveau procédé très simple pour la production de courants à hautes fréquences. Nous empruntons à la description de l'inventeur allemand les détails ci-après :

« La nouvelle machine destinée à donner des courants à hautes fréquences se compose essentiellement d'une plaque circulaire en acier reposant sur deux supports (ou encore d'une plaque en laiton recouverte de rubans d'acier), ainsi que d'un électro-aimant disposé radialement par rapport à la plaque et placé à une minime distance de cette dernière. Le disque d'acier peut prendre un mouvement de rotation rapide sous l'action d'un moteur électrique. Quand on veut utiliser ce dispositif, on fait d'abord tourner complètement et très lentement le disque, mais cela une seule fois. La périphérie du disque en question se polarise ainsi, sous l'influence de l'électro-aimant que l'on a eu soin d'alimenter, pendant ce temps, avec des courants alternatifs d'une fréquence usuelle. De même que dans le télégraphone de Poulsen, les impressions magnétiques persistent sur la surface en acier et on produit ainsi très simplement, sur la périphérie du disque, une série de pôles positifs et négatifs qui se succèdent en une quantité que l'on ne saurait réaliser à la main, même en plaçant de nombreux électro-aimants minuscules les uns à côté des autres. Une fois que le disque a ainsi développé un champ magnétique contenant un grand nombre de pôles extrêmement rapprochés, on peut tirer de la bobine de l'électro-aimant ci-dessus, en soumettant le disque d'acier à un mouvement de rotation rapide, des courants alternatifs d'une fréquence très élevée. En donnant à l'électro-aimant une construction

convenable, on parvient à obtenir jusqu'à 50 000 alternances par seconde. Ce dispositif constitue une application intéressante et pratique du principe du télégraphone. » — G.

Le manipulateur Autoplex.

Sous ce nom, l'*Elektrotechnischer-Anzeiger* désigne un nouvel appareil imaginé par M. Horace G. Martin de New-York, pour remplacer la clef Morse ordinaire et rendre la transmission des signaux moins pénible. L'autoplex présente à peu près les dimensions d'un relais. Il fonctionne de la manière suivante : Quand on éloigne le levier du point de contact contre lequel il s'appuie au repos, ce levier donne automatiquement autant de points qu'on le désire; quand on l'abaisse sur un autre contact spécial, il forme des traits dont la longueur se règle avec la main actionnant le levier. La poignée du manipulateur autoplex est semblable à celle des appareils similaires déjà connus. On lui imprime des mouvements de haut en bas. Lorsque la poignée est poussée vers la droite, on obtient des points; lorsqu'on l'abaisse vers la gauche, on forme des traits. Le nouveau manipulateur en question se prêterait à toutes les vitesses de transmission réalisables et à toutes les distances. — G.

Résistances à radium.

M. A. Sella signale, dans l'*Elettricista* un nouveau type de résistances qu'il appelle des *résistances à radium*. « Dans ces dispositifs, dit-il, la résistance est constituée par l'air qui devient conducteur grâce à la présence de substances radio-actives. On peut leur donner des formes diverses. On introduit, par exemple, deux petits cylindres métalliques, au travers d'un obturateur isolant, dans un petit tube en verre sur le fond duquel est placée la substance active ou encore deux petits disques métalliques horizontaux se faisant face l'un à l'autre; le disque inférieur porte la substance active ou encore un cylindre métallique dans l'intérieur duquel pénètre, coaxialement, une tige métallique recouverte, sur une certaine longueur, d'une couche de radio-tellure, etc. Comme isolant, on peut employer du soufre, de la paraffine ou un mélange de soufre et de paraffine, de l'ébonite de bonne qualité ou, ce qui vaut mieux, de l'ambre; la protection de la surface de l'isolant contre l'action de la poudre, etc., doit être assurée avec les soins que l'on apporte à la construction des électroscopes. Si la substance radioactive utilisée dégage une émanation, il faut que l'espace ambiant soit bien clos; et, une fois la construction terminée, il y a lieu d'attendre un certain temps, afin que l'appareil atteigne sa constante. En passant ainsi de l'emploi de sels d'uranium à celui de sels de radium, on établit facilement des résistances qui s'élèvent de 10^{13} à 10^{6} ohms. On établit des résistances même encore plus grandes en employant des quantités très faibles de substance radioactive ou en opérant avec de l'air à pression réduite. Ces résistances à radium offrent, à vrai dire, un caractère spécial en ce sens qu'elles ne se comportent comme telles que pour de petites différences de potentiel, c'est-à-dire dans le champ où il existe une proportionnalité entre le courant et la force électromotrice. Pour les différences élevées de potentiel, quand on se trouve en présence du courant dit de saturation, l'intensité est indépendante de la différence de potentiel; mais alors le petit appareil à radium en question peut rendre de précieux services, par exemple, dans la comparaison des capacités, grâce à sa propriété de fournir, en un temps donné, une quantité constante d'électricité, quelle que soit la force électromotrice employée. » — G.

Une nouvelle lampe à incandescence pour l'éclairage des annonces et réclames.

L'*Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger* rapporte que la « Société électrique des lampes-éclairs » de Denver (Etats-Unis), vient de lancer sur le marché une nouvelle lampe à incandescence, qui a été imaginée par M. Meyers, ingénieur, et qui trouve un emploi avantageux pour l'éclairage des enseignes et des réclames. Le trait essentiellement neuf de la lampe en question consiste en ce qu'elle fournit deux sortes différentes de lumière, sans occuper plus de place qu'une lampe ordinaire. Elle se compose de deux ampoules de volumes différents. Chacune de ces ampoules renferme deux filaments de charbon qui ont leurs connexions spéciales. La plus petite ampoule, colorée, est logée dans la grande. Lorsque les deux ampoules se trouvent alternativement placées en circuit et hors circuit, c'est-à-dire lorsqu'elles s'allument alternativement, on obtient, grâce aux éclairements rouges et blancs qui se succèdent, de très beaux effets de lumière, réalisables seulement avec un nombre double de lampes ordinaires, lesquelles occuperaient naturellement plus de place. La lampe-jumelle de M. Meyers revient sans doute à un prix plus élevé que la lampe simple; mais elle offre, par contre, une supériorité appréciable, surtout pour l'éclairement des grandes affiches de réclame. Elle possède à peu près la même durée et la même intensité lumineuse que la lampe à incandescence ordinaire. Elle peut être mise en service avec un commutateur quelconque; cependant on lui a donné un commutateur spécial qui offre certains avantages particuliers.

G.

Une nouvelle disposition de la lampe Nernst.

L'*Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger* annonce que l'on vient de donner à la lampe Nernst une nouvelle forme qui, en réduisant son volume jusqu'ici quelque peu excessif, lui donne maintenant accès dans les locaux d'habitation. On a en effet séparé le rhéostat du corps de la lampe, pour le loger sous une enveloppe spéciale qui peut se placer en un point quelconque de la canalisation. La lampe Nernst a pris ainsi une forme plus compacte, plus agréable à l'œil, qui permet de la faire figurer dans les lustres, les chandeliers, etc., où elle donne un éclairement égal à celui d'une lampe à incandescence de 50 bougies. Sous sa nouvelle forme précitée, la lampe Nernst n'a pas été l'objet d'une augmentation de prix bien sensible : elle se vend, en effet, 17,30 fr au lieu de 16,70 fr. De plus, la Société « Allgemeine Elektricitæts » de Berlin vient de lancer sur le marché une lampe Nernst multiple, à trois brûleurs, qui fonctionne sous des tensions de 100-160 et de 200-260 volts et que l'on peut avantageusement substituer aux lampes à arc, là où l'on veut obtenir une distribution uniforme de la lumière et où il faut éviter, pour un motif quelconque, le fréquent remplacement des charbons. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. DE SOYE

PARIS. — DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 721 22 Octobre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.*

LE SYSTÈME DE CONTACT SUPERFICIEL KINGSLAND

Ce système de contact, qui est actuellement en essai sur une ligne de 300 m à Dresde, où il donne satisfaction, va prochainement être appliqué dans la même ville sur un parcours de 20 km environ actuellement desservi par des voitures à accumulateurs avec sections à trolley souterrain et aérien.

Aussi croyons-nous intéressant d'en donner une description d'après *Electrician*.

La voiture porte deux butteurs, un à l'avant, l'autre à l'arrière, placés sur le côté et un patin au centre.

La voie comporte, entre les deux rails de traction, des plots placés au centre, de distance en distance, de telle sorte que le patin soit toujours en contact avec l'un d'eux et une rainure qui longe un des rails et dans laquelle s'engagent les butteurs. L'équipement de la voie est complété par des commutateurs spéciaux destinés à relier le plot temporairement au câble de distribution; le retour se faisant comme d'habitude par un rail. Les commutateurs sont placés dans des boîtes étanches accessibles de la chaussée.

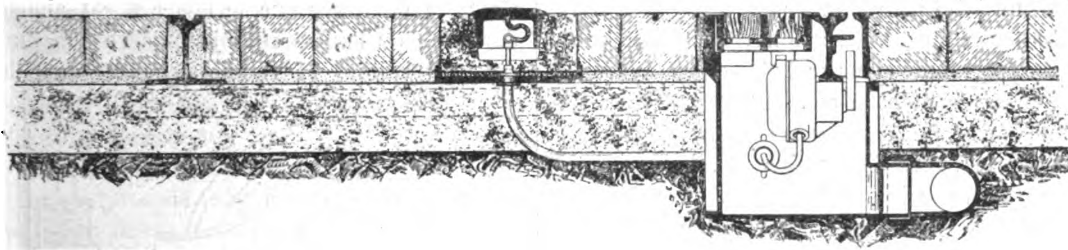


Fig. 1.

La figure 1 est une section transversale de la voie faite par un plan vertical passant par le centre d'un plot. On voit, sur la droite du rail de droite, la rainure dans laquelle pénètrent les butteurs fixés à la voiture. Cette rainure est constituée par la paroi latérale du rail d'une part, de l'autre par un fer de forme spéciale qui longe la voie. Sur la partie externe du rail est fixée une cornière qui garantit le bras du commutateur. Ce bras, comme on voit sur la figure, pénètre dans la rainure par une fente ménagée à cet effet dans le patin du rail. L'ouverture de la rainure est réduite le plus possible de façon à éviter l'introduction de corps susceptibles de fausser le mécanisme.

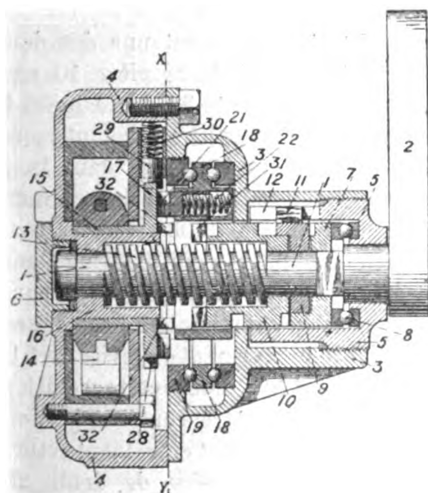


Fig. 2.

La boîte aux commutateurs est placée au-dessous de la voie dans une cavité dont la profondeur n'excède jamais 30 cm, mais peut au besoin être réduite suivant les exigences de l'établissement de la voie.

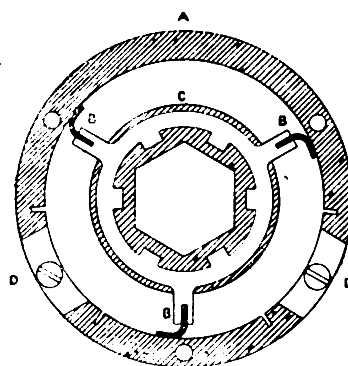


Fig. 3.

Le plot consiste en une pièce de fonte de forme rectangulaire qui a environ 1 dcm² 1/2 de surface; il fait très légèrement saillie au-dessus de la voie. Cette pièce de fonte qui est creuse

est scellée dans un pavé en ciment ou en granit dans la partie inférieure duquel un trou a été ménagé pour le passage d'un câble souple qui va rejoindre les commutateurs. Le pavé portant le plot est posé sur une couche de bitume chaud

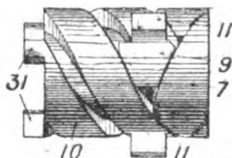


Fig. 4.

après connexion du câble souple; on obtient ainsi un joint bien étanche.

La figure 2 est une section verticale du commutateur monté dans sa boîte et les figures 3, 4 et 5 représentent le commutateur et ses différentes pièces.

Dans la figure d'ensemble (2), le commutateur est vu sur la gauche de la figure. Ce commutateur se compose d'une pièce mobile B

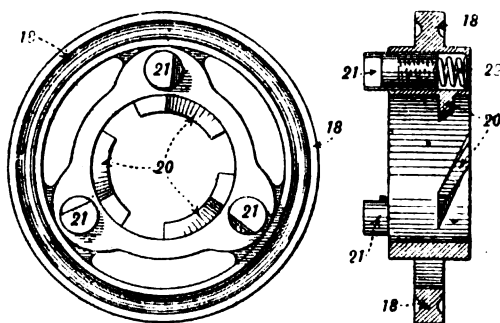


Fig. 5.

(fig. 3) à trois bras écartés de 120° portant trois ressorts 14 (fig. 2) qui frottent sur la partie interne du cylindre A en matière isolante; dans cette dernière pièce sont encastrés les deux contacts métalliques D. Les parties hachurées sur la figure 3 sont en matière isolante.

Le mécanisme de commande du commutateur (fig. 2. 4 et 5) est destiné à faire mouvoir la


Fig. 6.

pièce mobile B (fig. 3) dans un sens uniforme chaque fois que le levier 2 (fig. 2) qui vient saillir dans la rainure de la voie est abaissé dans l'un ou l'autre sens, par les butteurs de la voiture.

Le mouvement du levier est communiqué par une série de pièces intermédiaires (fig. 2, 4 et 5) dont nous allons examiner le fonctionnement.

Tout d'abord, l'arbre (1) qui porte le levier est ramené par un ressort en boudin 13 dans sa position initiale dès que le butteur l'a quitté. Ce ressort 13 à cet effet est comprimé par la pièce 10 (fig. 2 et 4) parce que cette pièce ne peut tourner avec l'arbre 1 et est obligée de se déplacer par glissement des saillies 11 dans des rainures appropriées de la boîte extérieure. Ce mouvement de la pièce 10 est provoqué par un mécanisme à double rochet (fig. 4) dont les pièces sont représentées en 7 et 9. La pièce s'avance donc dès que le levier 2 est abaissé dans l'un ou l'autre sens jusqu'à ce que l'une des trois saillies 11 vienne s'engager dans les

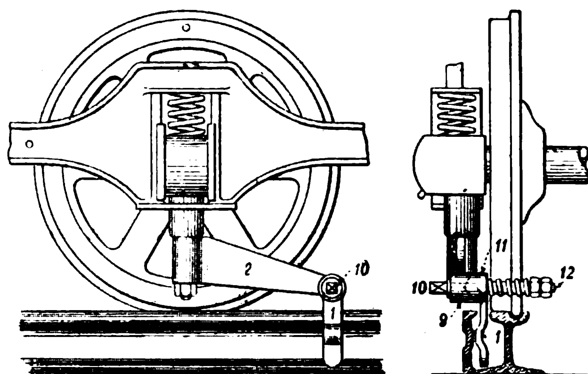


Fig. 7.

coulisses 12. A ce moment une des dents 31 que porte l'extrémité de la pièce 10 vient en prise avec une des dents 32 de la pièce 17 qui est reliée au commutateur par l'intermédiaire du noyau hexagonal 15 ajusté dans la partie centrale de la pièce mobile B du commutateur (fig. 3). C'est l'anneau 18 (fig. 2 et 5), tournant entre paliers à billes, qui entraîne dans son mouvement la pièce 17 et provoque par suite le mouvement du commutateur; cet anneau est entraîné par le mouvement du levier 2 et tourne de 120°; dans cette rotation, les saillies 21 rencontrent les dents de la pièce 17 et entraînent cette pièce. Une autre série de dents 28 que porte cette même pièce en s'engageant dans les saillies 29 préviennent tout retour en arrière du commutateur.

On peut maintenant comprendre facilement les mouvements du mécanisme. Quand le levier 2 est abaissé dans l'un ou l'autre sens par le butteur de la voiture, la pièce 10 s'avance vers la gauche (fig. 2) provoquant ainsi la rotation

de l'anneau 18 et par suite le mouvement du commutateur. Ce mouvement de rotation du commutateur provoque soit la fermeture du circuit par le plot, soit sa rupture ; ces deux opérations se produisant alternativement suivant le butteur de la voiture qui a frappé le levier de commande. Dès que le butteur a quitté le levier, celui-ci et avec lui tout le mécanisme, reprennent leur position primitive sous l'action du ressort de rappel (fig. 2) et l'appareil est prêt à opérer sous le coup du butteur suivant en provoquant alors l'opération inverse du commutateur.

Le mécanisme que nous venons de décrire est placé à l'intérieur d'une boîte de fonte à fermeture étanche faite en deux morceaux.

Grâce aux mouvements à billes, on évite, paraît-il, la lubrification. On prétend que l'appareil peut fonctionner même si le ressort de rappel vient accidentellement à se casser.

Il ne se produit aucune étincelle dans le commutateur, la rupture se faisant entre les plots et le patin frotteur.

Jamais les plots ne peuvent rester actifs, puisque la même voiture ferme et ouvre le circuit.

Une voiture quelconque peut facilement être équipée par ce système ; il suffit d'y adopter un patin (fig. 6) et de monter sur les essieux, comme le représente la figure 7, les deux butteurs 1 de forme spéciale qui sont destinés, en s'engageant dans la rainure qui longe la voie, à manœuvrer les leviers des commutateurs.

On prétend que ce système est relativement peu coûteux ; l'équipement qu'il comporte ne représenterait que 23 à 24 000 fr par kilomètre en surplus du coût d'établissement de la voie ordinaire de tramway. Si les conditions sont favorables, ce coût peut même être réduit.

A. Bainville.

INSTALLATION

DES STATIONS CENTRALES

D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(*Suite*) (1).

V. — TABLEAU DE DISTRIBUTION

Importance de la sûreté de fonctionnement du tableau de distribution. — Tous les ingénieurs qui possèdent la pratique des stations centrales connaissent l'importance capitale qu'il y a à établir un tableau de distribution pratique et d'un fonctionnement certain dans toutes les conditions. Les auteurs ont déjà indiqué précédemment que les barres collectrices étaient un des trois organes sur lesquels doivent s'établir les connexions entre les différents groupes électrogènes, ces groupes pouvant constituer des unités absolument indépendantes les unes des autres, depuis les chaudières jusqu'au tableau de distribution.

La disposition à donner au tableau de distribution d'une grande station génératrice n'a été que récemment l'objet d'une étude complète. Il a été reconnu que la sûreté de fonctionnement de cet organe ne pouvait être obtenue qu'au prix d'une dépense relativement élevée pour son installation. La fabrication des commutateurs, des interrupteurs et des appareils de sécurité automatiques pour hautes tensions se faisant aujourd'hui d'après des types mieux connus, on peut compter que leur prix d'achat sera moins élevé. En ce qui concerne le tableau de distribution, ce sont seulement les dépenses de premier établissement qui ont leur répercussion sur l'ensemble des dépenses d'exploitation, car les dépenses d'entretien ne peuvent pas être très considérables ; quant aux dépenses de surveillance et de manœuvre, elles ne varient guère suivant les types d'appareils, quoiqu'une complication exagérée entraîne une augmentation de ces dernières dépenses. En prévision d'une interruption totale de service de la station qui pourrait se produire si quelque grave dérangement survenait dans le tableau de distribution, il est indispensable de prendre toutes les précautions possibles pour obtenir un fonctionnement sûr même au prix d'une dépense assez considérable.

Sous la rubrique « Tableau de distribution », on va examiner non seulement le tableau même, mais aussi toutes les connexions allant des bornes des génératrices aux barres collectrices ainsi que celles qui relient ces dernières aux feeders.

Comme pour les autres parties de l'installation d'une station centrale, on obtient la plus grande sûreté de fonctionnement continu en adoptant un projet simple et systématique et en sectionnant convenablement les divers appareils. En portant toute son attention sur la simplification du tableau de distribution, on peut arriver à réduire sensiblement les dépenses de premier établissement, non seulement lors de l'installation primitive, mais aussi lors-

(1) Voir l'*Electricien*, nos 714, p. 146 ; 715, p. 168 ; 716, p. 178 ; 717, p. 200 ; 718, p. 209, 719, p. 234 et 720 p. 246.

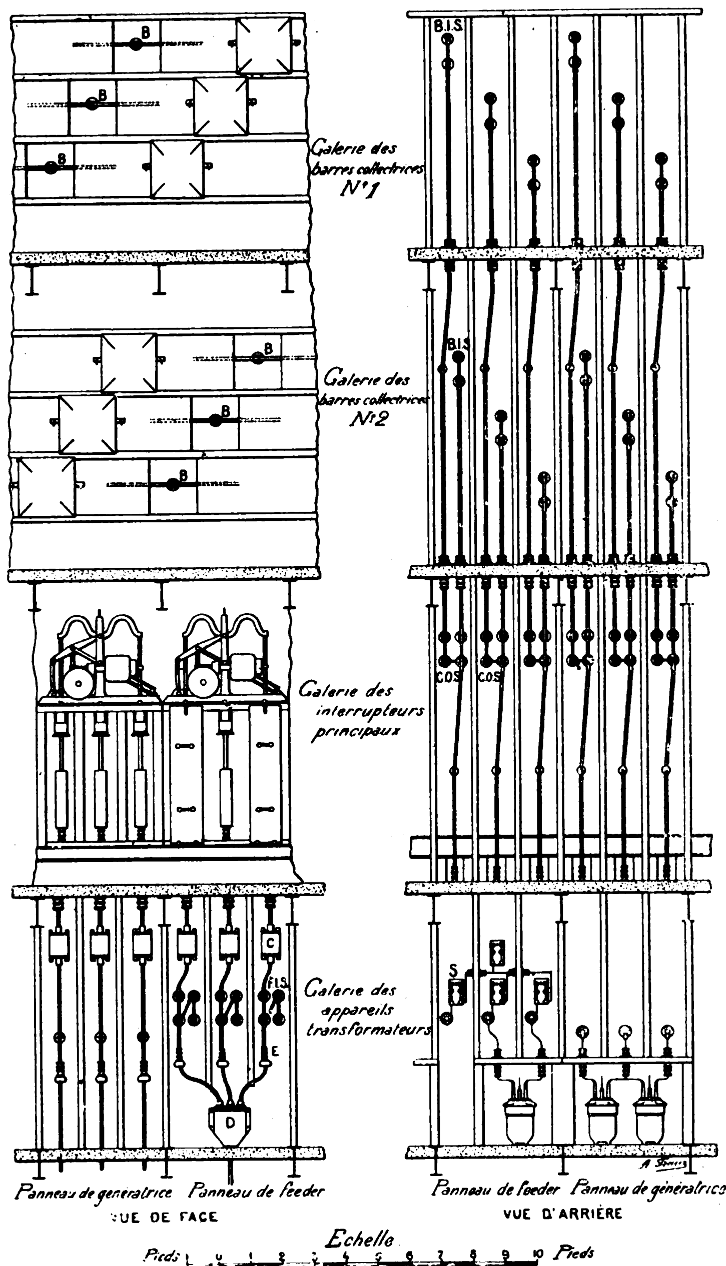


Fig. 13.

Tableau de distribution de la station génératrice de Carville (vue de face et vue d'arrière).

LÉGENDE :

B. Barres collectrices.
BIS. Interrupteur servant à isoler les barres collectrices.
COS. Commutateur des barres collectrices.
D. Boite de coupure.
M. Interrupteur principal à huile.
C. Transformateur d'intensité.
E. Extrémité des câbles.
P. Transformateurs de tension.
S. Dispositif pour la rupture des étincelles.
FIS. Interrupteur du feeder.

Caractéristique des tableaux de distribution de construction récente. — La simplification apportée par M. Ferranti dans son type de tableau de distribution à courant alternatif simple a attiré l'attention des ingénieurs sur la nécessité de sectionner le tableau de distribution à haute tension depuis la génératrice jusqu'aux barres collectrices, de ces dernières jusqu'aux feeders et même de sectionner aussi les barres collectrices. La tendance actuelle dans l'établissement d'un projet de tableau de distribution paraît, à première vue, constituer un retour en arrière dans la voie des complications (1). Cette grande complication est due à ce fait que l'on emploie actuellement des courants triphasés (2). En réalité, les tableaux de distribution actuels sont de grands tableaux du type Ferranti, manœuvrés à distance.

En se reportant aux dessins de deux tableaux de distribution récemment installés, on pourra plus facilement saisir les points essentiels de cette étude. Les figures 13, 14 et 15 représentent respectivement les dispositifs des tableaux de distribution adoptés par les auteurs pour la station de Carville (construit par la Cᵉ anglaise Thomson-

qu'il y aura lieu de procéder à des extensions successives, car un devis rationnel doit nécessairement prévoir les extensions possibles.

(1) Voir *Transactions American Institute of Electrical Engineers*, vol. XVIII, « The Control of High Potential System of large Power », par E. W. Rice Junior. Voir également « Three Phase Switchgear », par A. C. Eborall, *Engineering*, vol. LXXVI, p. 409.

(2) Si les moteurs à courant alternatif simple venaient à recevoir de grandes applications pour la traction électrique ou pour d'autres usages, il est probable que l'on aurait encore recours à la production et à la distribution de courants triphasés, parce que les machines et les câbles dans ce dernier cas sont d'un prix moins élevé et que les câbles peuvent être plus facilement isolés.

Houston) et pour la 5e sous-station du North Eastern (construit par la Ce Westinghouse).

Lorsqu'un tableau doit servir à distribuer une grande quantité d'énergie électrique, c'est-à-dire lorsqu'il est utilisé pour 10 000 kw ou plus, on comprend facilement les graves conséquences qu'entraînerait la mise hors service d'un interrupteur unique et la nécessité qui s'impose d'utiliser plusieurs interrupteurs, autrement dit de sectionner l'appareil. Dans les deux tableaux de distribution mentionnés ci-dessus, ce sectionnement a été réalisé non seulement entre les divers organes du tableau et des connexions, mais aussi, comme on peut le voir sur les dessins, entre les différentes phases sur le tableau principal même ; le seul endroit où deux phases soient placées l'une à coté de l'autre est la salle des transformateurs de tension. L'ensemble du tableau de distribution est solidement construit (1); il a de 76 mm à 150 mm d'épaisseur. En établissant le projet de construction du bâtiment destiné au tableau de distribution, il est indispensable de prévoir uniquement l'emploi de matériaux incombustibles; cette précaution doit être prise également en ce qui concerne le bâtiment lui-même et, autant que possible aussi, pour tous les appareils qui doivent y être installés. L'espace dont on dispose pour l'installation du tableau de distribution variant suivant les stations, on ne peut ici examiner dans tous leurs détails les divers appareils nécessaires, la présente étude étant plus particulièrement consacrée au groupement de ces appareils plutôt qu'à leur description; c'est pourquoi on examinera simplement les conditions qu'ils doivent remplir sans en donner la description.

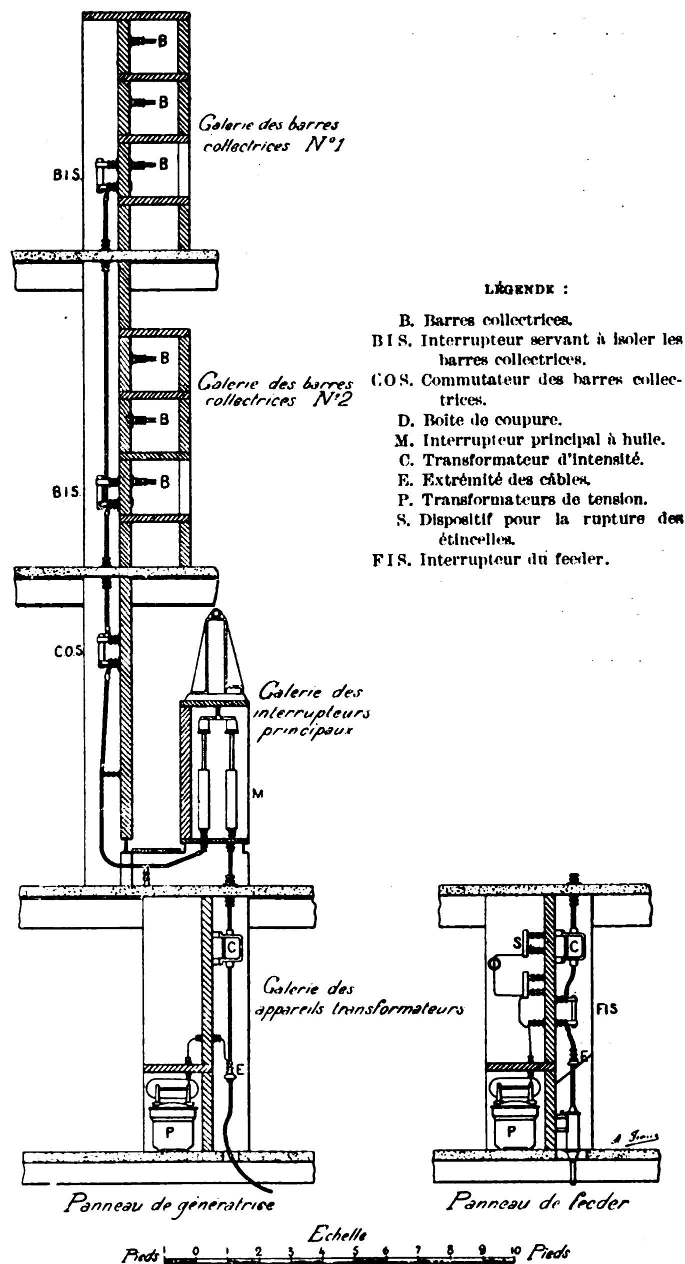


Fig. 14.

Tableau de distribution de la station génératrice de Carville (coupe transversale).

Tableau de distribution principal. — En établissant le projet des bâtiments à cons-

(1) En Amérique, on a utilisé des briques pour constituer le tableau de distribution et l'on a constaté que la solidité d'une pareille construction présentait non seulement des avantages au point de vue économique, mais encore, dans beaucoup de cas, donnait toute satisfaction. Le premier tableau de distribution établi de

truire pour la station, on a vu qu'il était d'abord indispensable de déterminer le choix des différents appareils à employer. En ce qui concerne l'appareillage du tableau, il est également nécessaire de déterminer son choix, attendu que de la position des bornes d'attache des câbles et de la méthode de manœuvre dépend le mode d'installation générale des appareils.

Il est reconnu maintenant que l'emploi d'interrupteurs à huile est indispensable (1); tous les circuits à haute tension devraient en être munis, ne serait-ce que pour éviter les effets nuisibles des étincelles de rupture sur les câbles et sur l'isolation de l'ensemble du système. On doit porter son choix sur un système de tableau permettant d'interrompre tout courant d'intensité ou de tension telles qu'il peut s'en produire éventuellement, c'est-à-dire permettant d'éviter absolument la production de tout circuit. Ce n'est que dans ces dernières années que l'on est parvenu à obtenir des appareils répondant à ces conditions.

Barres collectrices. — Les barres collectrices, de même que les autres organes du tableau de distribution, ne doivent pas être isolées à l'aide de fibre vulcanisée ou de toute autre matière combustible. Il y a tout avantage à établir ces barres en cuivre nu et à les monter sur des isolateurs, chacune de ces barres étant soigneusement placée dans un logement séparé. Le but du sectionnement complet, dans ce cas comme dans les autres, est d'empêcher autant que possible tout accident grave de s'étendre à l'ensemble de l'installation et de mettre la totalité du tableau hors de service, si un interrupteur venait, par hasard, à ne pas supprimer un court circuit.

Connexion des interrupteurs à huile. — Naturellement, pour réaliser sans grandes dépenses le sectionnement complet des connexions aussi bien que celui des barres collectrices et des interrupteurs, il est indispensable d'étudier très soigneusement l'emplacement à donner aux interrupteurs par rapport à celui des barres collectrices, afin que l'interrupteur se trouve directement au-dessus ou au-dessous des barres collectrices. Dans le but d'éviter autant que possible tout risque de dérangement, il est essentiel que les interrupteurs soient placés à côté des barres collectrices, c'est-à-dire qu'il ne faut intercaler aucun appareil entre l'interrupteur et les barres. Une des principales causes qui peut entraîner une interruption dans la distribution de l'énergie et qui deviendra encore plus importante à l'avenir est la grande négligence avec laquelle les câbles de liaison des machines ou des feeders avec le tableau de distribution ont été jusqu'ici placés indistinctement dans des tranchées ou dans des tunnels. Si l'on a à distribuer à l'intérieur d'une station centrale ou d'une usine des courants de grande intensité ou à haute tension, pour éviter les accidents ou pour limiter ces accidents dans la mesure du possible, il est essentiel d'employer des câbles parfaitement isolés ou des conducteurs nus séparés les uns des autres par un intervalle convenable dépendant de la tension employée. Il ne suffit pas de se préoccuper de ces conditions sur le tableau lui-même, il faut également en tenir compte depuis les bornes de la génératrice jusqu'aux feeders. Dans une station, il est imprudent de loger plusieurs câbles simultanément dans un même caniveau ou dans un même regard lorsque ces conducteurs sont destinés à transporter de grandes quantités d'énergie électrique, soit à haute, soit à basse tension, même en laissant entre eux un intervalle de quelques centimètres. L'inconvénient disparaît si chaque câble est placé dans une conduite spéciale ou bien s'il est protégé par une armature métallique soigneusement reliée à la terre (1). Afin que les connexions puissent être sectionnées aussi complètement que pos-

---

cette manière a été monté dans la station génératrice de la *Metropolitan Street Railway Company* de New-York, mais le sectionnement complet préconisé par les auteurs du mémoire n'a été réalisé qu'en ce qui concerne les barres collectrices et les interrupteurs seulement, les connexions elles-mêmes n'ayant pas été installées dans les mêmes conditions. Les dépenses qu'entraîne ce mode d'installation empêchent que les mêmes précautions soient prises dans les petites sous-stations. Il est toutefois indispensable que l'installation de ces sous-stations soit en rapport avec l'ensemble du système, afin que si un dérangement grave venait à se produire dans une quelconque de ces sous-stations, le service puisse néanmoins continuer, non en se servant des interrupteurs de la sous-station, mais à l'aide de l'outillage de la station centrale ou d'une sous-station principale.

(1) L'emploi des interrupteurs à huile sur les circuits à haute tension a été d'abord adopté par M. Ferranti en Angleterre et par MM. Brown, Boveri en Suisse. Ces appareils ont été depuis largement utilisés, principalement dans les grandes stations centrales, par la *General Electric Company* aux Etats-Unis et par la compagnie Westinghouse.

(1) Lorsqu'on ne peut utiliser des armatures en fer pour les câbles à trois conducteurs, il faut armer les câbles avec du cuivre. Jusque dans ces derniers temps, en Angleterre et aux Etats-Unis, on faisait passer les câbles, recouverts simplement de plomb, dans des regards. Naturellement lorsqu'un de ces câbles venait à se détériorer, il n'était pas étonnant que tous les autres subissent le même sort. Les auteurs ont vu des câbles sous plomb permettant d'allumer une lampe à incandescence, par suite de leur détérioration. Des arcs se produisent fréquemment entre des câbles donnant pas-

sible, il faut de préférence installer les feeders et les machines directement au-dessous ou bien en face du tableau de distribution. Les divers transformateurs destinés aux instruments de mesure et aux relais peuvent être installés

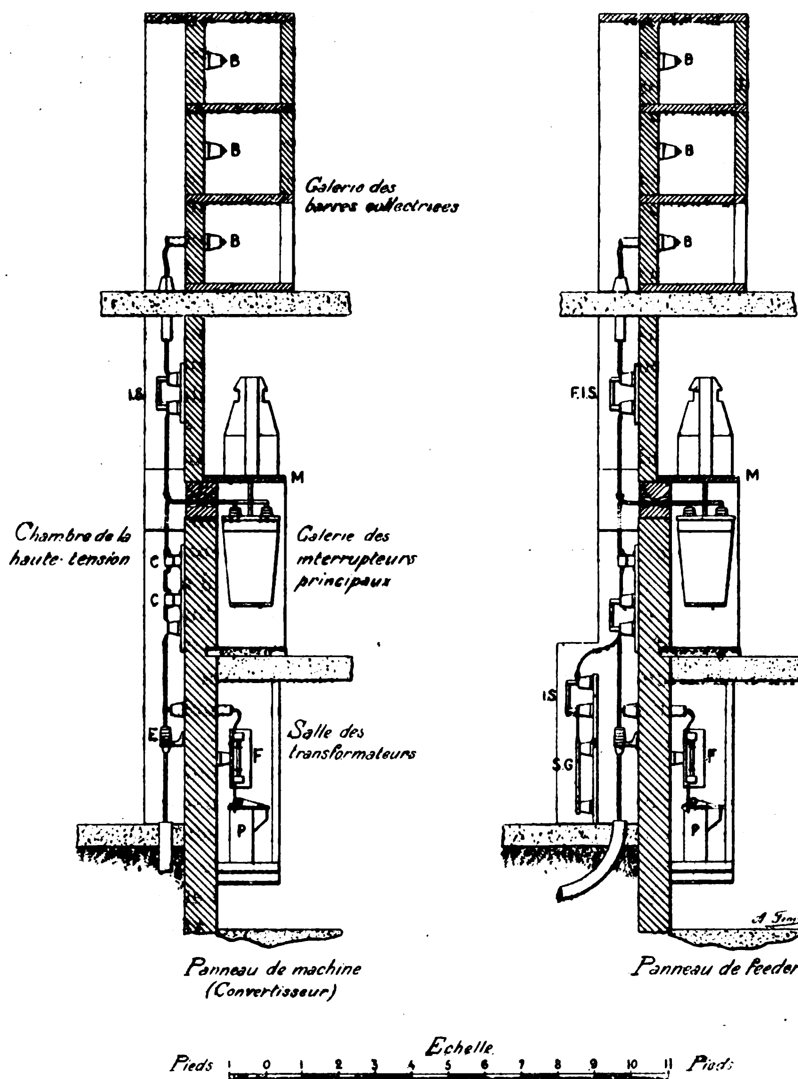


Fig. 15.

Tableau de distribution à haute tension des sous-stations du chemin de fer (coupe transversale).

LÉGENDE :

B. Barres collectrices.
IS. Interrupteur.
M. Interrupteur principal à huile.
C. Transformateur de courant.
E. Extrémité du câble.
F. Fusible des transformateurs des instruments de mesure.
P. Transformateur de tension.
FIS. Interrupteur de feeder.
SG. Dispositif pour la rupture des étincelles.

entre le tableau et les machines ou les feeders (voir fig. 14 et 15).

Instruments. — Tous les instruments doivent être alimentés par des transformateurs (système qui permet de grandement simplifier l'installation des tableaux de distribution pour courants alternatifs), tels que les wattmètres enregistreurs, les indicateurs du facteur de puissance, les ampèremètres, les voltmètres et les relais, peuvent et doivent être alimentés par une seule série de transformateurs, de manière à réduire au minimum la complication des circuits principaux. Quoiqu'en opérant ainsi, les connexions principales n'aient point

sage à des courants de haute tension par suite de la fusion de quelques conducteurs, tels que des fils pilotes, complètement indépendants.

besoin d'être compliquées lors de l'installation d'instruments supplémentaires, il convient, au point de vue de la simplification et aussi pour réduire les dépenses de premier établissement, de n'installer que les instruments absolument nécessaires (1).

Manœuvre du tableau. — L'avantage qu'il y a à placer les panneaux des machines et des interrupteurs directement en face de leur génératrice et des câbles qu'ils desservent a été déjà indiqué, mais ce mode d'installation exige nécessairement que le tableau de distribution s'étende dans toute la longueur de la station. Il est évident que les interrupteurs placés sur un pareil tableau doivent pouvoir se manœuvrer d'un point central de la station, autrement dit, il faut pouvoir les manœuvrer à distance. Trois méthodes différentes peuvent être employées à cet effet :

1° Commande électrique, récemment adoptée avec grand succès et maintenant largement appliquée par la *General Electric Company* aux Etats-Unis;

2° Commande mécanique, analogue à celle qui permet de manœuvrer les aiguilles de chemins de fer à partir de la cabine des signaux; dans ce cas, les dispositifs automatiques doivent être actionnés électriquement;

3° Commande pneumatique en employant simplement l'air comprimé pour la manœuvre des appareils.

Ces trois méthodes ne présentent entre elles que de très légères différences en ce qui concerne leur installation; toutefois, au point de vue de la sûreté de fonctionnement, les deux premières sont préférables. Dans tous les cas, la plateforme de manœuvre doit avoir des dimensions restreintes et être disposée de manière que l'opérateur puisse voir de sa place l'ensemble de l'installation. En fait, ses dimensions doivent être limitées à l'emplacement suffisant pour installer les appareils de commande du tableau plutôt que par la place nécessaire pour installer les interrupteurs, les leviers ou les robinets nécessaires pour assurer la commande électrique, mécanique ou pneumatique. D'une manière générale, plus la longueur du tableau de distribution est grande, plus il est indispensable de disposer d'une commande électrique complète (1).

(1) Voici la liste de tous les instruments indispensables : Panneau de la génératrice : Ampèremètre principal sur une des phases; voltmètre pour la synchronisation; ampèremètre pour le courant d'excitation.

Panneau de feeder : Ampèremètre sur une des phases.

Les wattmètres enregistreurs peuvent être installés sur les conducteurs de la génératrice pour les motifs qui seront indiqués plus loin.

Il est, en outre, plus prudent de placer les wattmètres enregistreurs sur les circuits de la génératrice, plutôt que sur les barres collectrices, car on évite ainsi toute connexion avec les barres autres que celles passant par les interrupteurs à huile.

Dispositifs automatiques. — A propos des interrupteurs à huile, nous avons déjà signalé l'avantage qu'il y avait à interrompre les circuits à l'aide de ces appareils plutôt que par l'intermédiaire des fusibles. Il s'ensuit qu'il est presque indispensable d'installer des disjoncteurs automatiques à maximum, de manière qu'ils puissent actionner les interrupteurs respectifs de chaque feeder de départ. Lorsqu'on a substitué aux fusibles les disjoncteurs automatiques à maximum, ces derniers appareils étaient établis exactement comme les interrupteurs à courant continu du modèle utilisé pour la traction électrique. Cette manière de procéder, donnant toute satisfaction dans les installations de traction électrique, c'est-à-dire lorsqu'une interruption immédiate ne présente pas d'importance, ne peut absolument pas être suivie lorsqu'il s'agit d'une station centrale qui non seulement distribue l'énergie pour l'éclairage et la force motrice, mais encore alimente peut-être une sous-station dans laquelle sont installés des moteurs synchrones. La mise hors de service d'un feeder entraînant la mise hors de service d'une sous-station, c'est là un point important à considérer. On a reconnu que ces disjoncteurs étaient susceptibles de fonctionner sous l'action de surcharges instantanées qui auraient cessé d'elles-mêmes, si on avait maintenu la tension. Afin d'éviter l'inconvénient que présentent ces appareils, on a essayé d'utiliser des dispositifs servant à différer le fonctionnement de ces disjoncteurs, mais ils n'ont pas jusqu'ici donné de résultats satisfaisants. En effet, si ces disjoncteurs à fonctionnement différé n'interrompent pas le circuit lorsqu'il se produit un faible court circuit qui disparaît de lui-même, par contre, ils n'agissent pas avec suffisamment de rapidité en cas de court circuit dangereux et, par suite, l'ensemble de l'installation risque d'avoir son fonctionnement compromis.

Dispositifs automatiques placés sur

(1) Il est désirable que les conducteurs de l'installation de commande électrique soient complètement séparés des conducteurs des machines. Il importe, en outre, que les conducteurs de chaque génératrice soient absolument séparés les uns des autres et soient facilement accessibles.

les circuits des feeders et des machines. — Plusieurs ingénieurs et constructeurs ont, en outre, émis l'avis qu'il serait désirable d'avoir un dispositif automatique agissant comme le font les coupe-circuit fusibles, c'est-à-dire un interrupteur automatique susceptible d'être réglé et à action différée pendant un laps de temps inversement proportionnel à la grandeur de la surcharge. Plusieurs constructeurs se sont efforcés de réaliser des appareils de ce genre par des procédés différents (1), mais quoique de grands perfectionnements aient été réalisés dans cette voie, on ne peut pas dire qu'il existe actuellement un dispositif de protection suffisamment efficace pour que, dans toutes les conditions qui peuvent survenir dans un ensemble d'installation aussi compliqué, on puisse être certain que le circuit d'un feeder ou d'une machine soit interrompu sans que le fonctionnement des autres appareils en soit affecté. Les conducteurs partant des barres collectrices peuvent être plus ou moins protégés d'une manière satisfaisante par des dispositifs automatiques, mais si des disjoncteurs à maximum de même genre sont installés sur les circuits des machines, il est pratiquement impossible, par n'importe quel réglage, d'assurer l'ouverture du circuit du feeder sans que celui de la machine ne s'ouvre également, dans le cas où un court-circuit se produirait dans le circuit extérieur; il est également difficile d'obtenir un réglage suffisant pour que la machine défectueuse, et non une machine en bon état, soit mise hors du circuit s'il survient un court-circuit sur l'une des génératrices. On a donc cherché à établir des relais agissant seulement sous l'action de courants de sens contraire (2), et à action différée pendant un laps de temps inversement proportionnel à l'intensité de ce courant de sens inverse; ce relais ne doit pas fonctionner sous l'action d'une surcharge ou d'un court-circuit quelconque, aussi longtemps que le courant conserve sa direction normale. L'emploi de ces relais paraît donner une solution satisfaisante du problème, mais, pratiquement, il n'en est nullement ainsi, bien au contraire.

Tous les dispositifs à courant inversé ne fonctionnent pratiquement que sous l'action d'une certaine valeur de la tension; mais justement lorsque le court-circuit devient le plus dangereux et qu'il faudrait que le relais fonctionnat, c'est alors, malheureusement, qu'il survient une chute de tension considérable avant que la machine défectueuse puisse être retirée du circuit. Il s'ensuit que le relais ne remplit pas le but pour lequel il avait été installé. Une autre objection à l'emploi de ce genre de relais (relais de surcharge et relais à inversion de courant) consiste en ce que, au cas d'un grave dérangement, c'est-à-dire au moment où l'ensemble du réseau peut en être affecté, ce sont les interrupteurs des sous-stations, autres que celle alimentée par le feeder défectueux, qui fonctionnent, interrompant ainsi tout le service. C'est là une éventualité qui peut principalement se produire dans une distribution à courants polyphasés lorsqu'un court-circuit survient entre deux phases seulement ou entre une phase et la terre; dans ce dernier cas, tous les moteurs et transformateurs du réseau tendent immédiatement à augmenter la gravité du dérangement. Les auteurs estiment qu'actuellement, en ce qui concerne la sûreté de la distribution, ce sont les dispositifs automatiques de protection qui méritent plus que tous les autres d'attirer l'attention des ingénieurs.

Tableau de distribution et connexions à basse tension. — Jusqu'ici on s'est occupé seulement du tableau de distribution et des appareils à haute tension. Cependant le tableau et les appareils à basse tension entrent pour une part importante dans les dépenses de premier établissement, car ils commandent tous les appareils auxiliaires, les circuits d'excitation et l'éclairage de la station et de ses dépendances. Les observations détaillées présentées au sujet du tableau et des appareils à haute tension s'appliquent également aux circuits à basse tension, mais, naturellement, à un degré moindre.

Il est inutile de signaler l'importance qu'il y a à maintenir tous les circuits à basse tension complètement séparés de ceux à haute tension afin d'éviter tout accident. Les auteurs estiment qu'il est préférable d'établir tous les conducteurs d'éclairage et de circuits de commande des appareils auxiliaires en fil nu supporté par des isolateurs, plutôt que de les placer dans des caniveaux. Il en résulte une moindre dépense et moins de risques d'accidents; en outre, les dérangements sont plus faciles à relever. Il faut

(1) Voir « Protective devices for High-tension Electric System », par W. B. Woodhouse, *British Association*, septembre 1903.

(2) MM. Brown Boveri ont construit et appliqué un interrupteur automatique à courant inversé, analogue au type d'interrupteur à maximum qu'ils construisent. L'emploi d'un relais à courant inversé convenable permet également de couper le circuit d'un feeder défectueux, à partir de l'extrémité de la sous-station, lorsque deux ou plusieurs feeders alimentent cette dernière.

toutefois faire remarquer que les canalisations en fil nu ne peuvent être utilisées qu'à la condition de pratiquer des sectionnements convenables et lorsque l'on ne se trouve pas dans l'obligation de les réunir en faisceaux.

MERZ et MC LELLAN.

(*A suivre.*)

DANGERS DU COURANT ÉLECTRIQUE

ET MOYENS DE LES ÉVITER (1)

L'étude et l'application judicieuse des moyens propres à protéger les hommes des effets dangereux des courants électriques ont préoccupé, dès le début de l'industrie électrique, autant le monde des savants et des industriels que les pouvoirs publics.

Avant de soumettre les différents moyens de protection employés à un examen plus détaillé, il peut être utile de se rendre compte dans quelles circonstances le courant électrique est ou peut être dangereux.

Action physiologique du courant. — Nous ne dirons que quelques mots des actions physiologiques du courant; cette question, qui intéresse d'ailleurs plus particulièrement les physiologistes et les médecins, a été étudiée par MM. d'Arsonval, Brown-Sequard, Stéphane Leduc, Tatum, Prévost, Batelli et autres. Les uns prétendent que le courant agit par inhibition des centres nerveux en affectant surtout ceux qui commandent la respiration, et produit ainsi une véritable asphyxie. D'autres ont trouvé que le courant paralysait le cœur. MM. Prévost et Batelli ont montré, par de nombreuses expériences sur des animaux, que les deux effets peuvent avoir lieu suivant le cas, c'est-à-dire, d'une part, l'inhibition des centres nerveux entraînant l'asphyxie, tandis que le cœur continue à battre et, d'autre part, l'arrêt des fonctions du cœur en produisant des contractions irrégulières qui détruisent le rythme de ses mouvements (trémulations fibrillaires des ventricules) (2). Quoique M. Batelli ait conclu, de ses essais, que les courants à haute tension produisaient en général l'asphyxie, et ceux à basse tension la paralysie du cœur, la question ne semble pas encore complètement élucidée, puisqu'il a été possible de ranimer, en appliquant le traitement des asphyxiés, aussi bien des personnes atteintes par de la haute tension que d'autres atteintes par de la basse tension (1).

Pour étudier les moyens de protection il suffira, en général, de nous poser la question : quand, c'est-à-dire à partir de quelle limite, un courant électrique est-il dangereux?

Facteurs qui déterminent le danger d'un courant. — On avait d'abord cru pouvoir établir dans cet ordre d'idée une limite de *tension*, puis on a cherché un rapport entre les effets physiologiques et la *puissance* du courant traversant le corps; aujourd'hui on semble plutôt admettre que c'est uniquement *l'intensité* du courant passant à travers les organes qui détermine les effets dangereux.

Il résulte d'abord d'expériences faites par plusieurs auteurs sur de nombreuses personnes que la sensibilité pour un même courant ou ce qui revient, en général, au même, la limite du courant supportable varie considérablement, toutes choses égales d'ailleurs, d'une personne à l'autre. Même pour une personne donnée, la limite du courant supportable dépend du chemin parcouru par le courant dans le corps, de la densité de courant aux extrémités et de l'état physiologique de la personne, tel que veille, sommeil, excitation antérieure par le courant, alcoolisme, etc. Chaque fois que le cœur et les nerfs vagues ou pneumo-gastriques se trouvent sur le trajet du courant, le danger est plus grand, c'est-à-dire le maximum de courant supportable se trouve être réduit.

Enfin, la nature ou la forme du courant (continu ou alternatif) joue également un rôle considérable. Le courant continu produit des effets d'électrolyse que le courant alternatif ne saurait produire de la même façon. Ainsi, M. le docteur Stéphane Leduc a démontré que le courant continu, passant d'un milieu organique dans un autre à travers un diaphragme, entraînait les ions et changeait ainsi la composition des milieux traversés, ce qui peut entraîner une intoxication. Le courant alternatif de fréquence industrielle (2), par contre, surexcite certains nerfs plus que le courant continu et contracte les muscles à tel point qu'il faut, en général, une force extérieure pour faire abandonner les conducteurs saisis. C'est par cette violente contraction musculaire, qui rend les contacts toujours très intimes, que certaines personnes prétendent

(1) Extrait du *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*.

(2) *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, t. CXXVIII, p. 668, et t. CXXIX, p. 1267. — Voir également l'*Eclairage électrique* : t. XVIII, p. 479, et t. XXII, p. 38, et l'*Electricien*, t. XXV, p. 278.

(1) Au moment de la correction des épreuves du présent travail, nous prenons connaissance de l'intéressant article de M. P. Chanoz, chef de travaux à la Faculté de médecine de Lyon (*Electricien*, 30 juillet 1904, p. 69), qui commente deux accidents mortels à haute tension. Pour l'un des deux (6 à 10 000 volts), la mort a certainement été produite par trémulations fibrillaires du cœur et non par inhibition des centres nerveux de la respiration.

(2) On sait par les travaux de d'Arsonval et de Tesla que les courants à haute fréquence (plusieurs milliers de périodes par seconde) ne sont pas nuisibles à l'organisme humain.

expliquer le danger plus grand des courants alternatifs.

D'autres sont d'avis que l'action physiologique plus intense que l'on constate avec le courant alternatif est attribuable au fait que ce ne serait pas l'intensité *efficace*, mais l'intensité *maximum* ou même l'amplitude totale de l'intensité qui agirait (c'est-à-dire 1,41 ou 2,82 fois l'intensité efficace pour un courant sinusoïdal). Sans vouloir contester l'influence très grande de la forme du courant et de sa valeur maximum, nous ne croyons pas cependant qu'il soit possible d'exprimer le rapport des dangers du courant continu et du courant alternatif par un simple facteur numérique, car les effets de ces genres de courant sont de nature absolument différente. Nous verrons, d'ailleurs, plus loin, que dans les expériences de M. Monmerqué (1), en 1894, les sujets soumis aux deux genres de courant ont pu supporter sensiblement la même intensité efficace avec des sensations différentes. Alors que le passage du courant continu produisait une sensation de brûlure, le passage du courant alternatif était accompagné d'une sensation très douloureuse de fourmillement, et les effets de ce dernier persistaient pendant plusieurs jours.

Enfin, il ne faut pas négliger les effets indirects que peut produire le courant sur le système nerveux et sur le cœur, par suite de la frayeur au moment du choc. On cite même des cas de mort dus à la frayeur seule occasionnée par un contact sans qu'il y ait eu passage de courant. Nous ne voudrions pas certifier la véracité de cette affirmation; mais, quoi qu'il en soit, les personnes atteintes d'affections cardiaques ou sujettes à des frayeurs courent des risques plus grands.

Valeur numérique de l'intensité dangereuse. — Les valeurs numériques des intensités de courant encore supportables ont été déterminées par divers expérimentateurs et elles se tiennent dans des limites assez restreintes, étant donnés les nombreux facteurs qui peuvent influer sur le résultat.

MM. Lawrence et Harris ont conclu d'expériences faites en Amérique qu'un courant de 18 milliampères était déjà réellement douloureux. M. Monmerqué, qui a fait, en 1894, des essais très complets à l'usine municipale des Halles de Paris, a observé, en opérant sur six personnes, qu'un courant continu ou alternatif d'une intensité efficace de 20 milliampères passant d'une main à l'autre était encore supportable, mais laissait une forte sensation de brûlure ou de fourmillement, suivant la nature du courant. Le professeur Weber, de Zurich, a conclu d'essais faits, en 1897, sur lui-même, qu'une intensité variant de 20 à 30 milliampères est à peine supportable; cependant Swinburne prétend avoir trouvé un sujet qui supportait 100 milliampères. Plus récemment, M. Trotter, dans une conférence faite, en 1902, à l'« Institution of electrical Engineers », à Londres, a déclaré avoir pu supporter pendant quelques instants la valeur limite de 35 milliampères.

Il semble donc bien que pour des personnes normales, la limite de courant généralement supportable, quoique déjà très douloureuse, doive se trouver entre 20 et 30 milliampères.

Cela ne veut pas dire qu'un courant, même sensiblement supérieur à cette limite, sera toujours mortel, mais nous ne pensons pas être pessimistes en affirmant qu'un courant de 50 à 60 milliampères risque fort d'occasionner des troubles sérieux, sinon la mort, et qu'une intensité de 100 milliampères devra être considérée comme presque toujours mortelle.

Nous voyons donc que pour être prudent il nous faudra prendre nos mesures pour qu'un courant traversant accidentellement le corps d'une personne ne puisse jamais dépasser une intensité de 20 à 30 milliampères.

Résistance du corps humain. — Les deux facteurs qui, pour un conducteur métallique, déterminent l'intensité d'un courant continu sont la différence de potentiel appliquée aux extrémités du conducteur et sa résistance.

Pour le corps humain, nous ne pouvons plus raisonner absolument de la même façon, car il doit être considéré comme un conducteur électrolytique polarisable. Mais comme les phénomènes produits par le passage du courant électrique dans le corps sont excessivement compliqués, nous appellerons, par analogie avec les conducteurs métalliques et pour simplifier, résistance du corps humain le quotient de la différence de potentiel appliquée par le courant produit.

Il est tout d'abord évident que la résistance du corps doit dépendre essentiellement de la surface de contact des électrodes avec la peau. Malheureusement, très peu d'expérimentateurs ont étudié systématiquement ce point. M. le docteur Hubert Kath a cherché à préciser l'influence de la dimension du contact, ainsi qu'il l'a exposé, en 1899, dans une conférence faite devant l'Association des électriciens allemands, mais son travail est incomplet et les conclusions qu'il en tire sont sujettes à la critique, parce qu'il n'a employé pour les mesures en question qu'une seule méthode, celle du pont à téléphone de Kohlrausch, en ne se servant que d'une sorte de courant, ceux de la bobine d'induction.

Or, M. Monmerqué avait démontré, dès 1894, par les expériences citées plus haut, qu'à surfaces de contact égales, la résistance du corps et par conséquent celle des contacts, puisque le corps lui-même n'entre que pour une faible partie dans la résistance totale, variait dans des proportions considérables avec l'intensité et la nature du courant. En employant des électrodes de 49 cm^2 de surface dont un peu plus que la moitié, soit

(1) A. Monmerqué, *Contrôle des installations électriques*, p. 492.

25 à 30 cm², entrait en contact intime avec la peau, M. Monmerqué a trouvé que la résistance du corps de main à main variait suivant les sujets et l'intensité de 8000 à 3200 ohms pour le courant continu et de 5500 à 1500 ohms pour le courant alternatif. Dans les deux cas, les résistances les plus élevées correspondaient, en général, aux intensités les plus faibles et inversement.

Si donc nous admettons avec le docteur Kath que la résistance du corps lui-même est égale à environ 500 ohms, nous pouvons en déduire que la résistance de deux surfaces de contact de 25 à 30 cm², mises en séries, est de 7500 à 2700 ohms pour le courant continu et de 3000 à 1000 ohms pour le courant alternatif. Si, au lieu de prendre les valeurs extrêmes, nous prenons la moyenne des valeurs les plus faibles obtenues sur les six personnes soumises aux essais, nous trouvons comme valeurs de la résistance du corps 4250 ohms pour le courant continu (courant moyen 16,6 milliampères) et 1640 ohms pour le courant alternatif (courant moyen 15,6 milliampères). Ce qui nous donne pour la résistance de contact de la peau 50 000 ohms par cm² pour le courant continu et 15 000 ohms par cm² pour le courant alternatif.

Il est intéressant de comparer ces deux valeurs, et surtout la dernière, à la valeur de 50 000 ohms, trouvée par le docteur Kath en opérant avec des intensités très faibles et avec le courant de la bobine d'induction. La différence doit provenir en partie de la nature du courant et en partie des différences d'intensité, mais en tous cas elle vaut la peine d'être notée.

Les expériences de M. Monmerqué montrent d'ailleurs que pour des intensités encore supportables, la résistance au courant continu est environ trois fois plus grande que celle au courant alternatif. Ce phénomène est difficile à expliquer; cependant, on peut attribuer, d'une part, la plus grande résistance au courant continu à l'oxydation qui se produit à l'anode, oxydation qui peut, d'ailleurs, aller jusqu'à la carbonisation.

D'autre part, la faible résistance du courant alternatif doit provenir, en grande partie, du contact plus intime provoqué par la contraction musculaire et de la sudation qui accompagne, en général, cette contraction, et qui augmente considérablement la quantité d'ions contenus dans les pores de la peau.

Comme la résistance de contact de l'épiderme est, en général, bien plus élevée que celle du corps lui-même, il s'ensuit que la résistance totale sera, à peu de chose près, inversement proportionnelle à la surface du contact. Cette remarque a une grande importance pratique, car elle permet de prévoir qu'un contact bien franc, à pleines mains sur de grandes surfaces conductrices, sera presque toujours dangereux, même aux tensions industrielles les plus courantes, tandis que l'on pourra impunément toucher *du bout des doigts* des conducteurs à 2 ou 3000 volts. (Nous n'engageons cependant personne à faire cette expérience.)

Il n'est pas sans intérêt de calculer (1), avec les éléments que nous possédons, la résistance du corps dans des circonstances qui peuvent se présenter journellement dans l'industrie. Supposons un homme tenant avec toute la surface de la main (environ 80 cm² de contact) un conducteur bien poli, par exemple une barre de tableau de distribution ou la main-courante d'une balustrade.

Si cet homme vient à toucher de l'autre main un conducteur par le bout du doigt seulement, c'est-à-dire sur une surface de 1 cm² environ, sa résistance se calculera comme suit :

	Courant continu Ohms	Courant alternatif Ohms
Contact de la 1re main (80 cm²).	600	190
Résistance du corps.	500	500
Contact de la 2e main (1 cm²).	50 000	15 000
Soit, en chiffres ronds.	51 000	15 700

Si, au lieu d'être de 1 cm², le contact de la seconde main est de 15 cm², par exemple, et a lieu par l'intermédiaire d'une pince ou d'un autre outil ou en saisissant un fil de 8 à 10 mm de diamètre (fil de trolley), la résistance, calculée comme précédemment, ne serait plus que de 6000 ohms pour le courant continu, et de 2200 pour le courant alternatif.

Donc, si nous admettons qu'un courant de 25 milliampères est encore juste supportable sans danger, la loi d'Ohm nous indiquera que notre sujet pourra supporter 1250 volts continus ou 400 volts alternatifs, dans le premier cas, alors qu'il ne pourrait se soumettre impunément dans la seconde hypothèse qu'à 150 volts continus ou 55 alternatifs.

Jusqu'ici, nous n'avons encore considéré que l'épiderme dans son état normal, c'est-à-dire légèrement moite; mais si la peau est mouillée ou imprégnée d'un électrolyte quelconque, solution saline, acide ou base, la conductibilité augmente tout de suite dans des proportions considérables. Ainsi que l'a montré le docteur Stéphane Leduc, la conductibilité dépend alors de la quantité et de la nature des ions introduits dans les pores, et elle peut être plus de dix fois supérieure à celle de l'épiderme normal (2).

Cependant, les contacts de main à main ne sont pas les seuls qui peuvent se produire; très souvent, au contraire, le courant traverse le corps des mains aux pieds et les chaussures se trouvent alors intercalées dans le trajet. Il est très difficile

(1) Ces calculs ne sont naturellement que des approximations.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences* (16 novembre 1903). Dans une des expériences du docteur Leduc, la résistance du corps humain est tombée de 8000 ohms à 1000 ohms par l'introduction de l'ion calcium à la place de l'ion chlore dans la peau, toutes les autres conditions restant semblables.

d'apprécier la résistance de contact de la chaussure au sol ainsi que la résistance propre de la semelle. Ces résistances dépendront surtout du degré d'humidité des chaussures, et il va sans dire que, pour cela, il est impossible de donner une mesure précise.

Pour donner une idée de cette influence, il suffira de citer le résultat d'un essai que nous avons fait sur du cuir ordinaire pour courroies de 5 mm d'épaisseur. Pressé entre deux plaques de métal, ce cuir présentait, à l'état sec, une résistance supérieure à un mégohm par décimètre carré. Légèrement humecté sur les deux faces, il n'avait plus que 5000 ohms, quoique l'intérieur fut resté complètement sec; et après avoir été trempé, pendant un certain temps, dans de l'eau ordinaire, il avait à peine 100 ohms par décimètre carré, donc plus de 10 000 fois moins qu'à l'état sec.

Dans la conférence déjà citée de M. le docteur Hubert Kath, nous trouvons quelques chiffres concernant la résistance des chaussures posées sur le sol Cet auteur a trouvé : pour des chaussures sèches sur sol sec, 200 000 ohms et plus; pour des chaussures sèches sur sol humide, 10 000 ohms; pour des chaussures humides sur sol mouillé, 5000 ohms.

Enfin, des chaussures imprégnées de solutions salines, sur sol mouillé, ont donné une résistance presque nulle. Il paraît y avoir des différences à peine appréciables entre les chaussures en cuir et celles en bois.

En cherchant à vérifier ces valeurs, nous avons été amenés à les considérer plutôt comme des maxima. En effet, nous avons trouvé, en opérant sur un sol en ciment sec et propre, que la résistance entre les pieds et le sol variait de 50 000 à à 200 000 ohms pour des chaussures bien sèches, et de 3000 à 5000 ohms pour des chaussures légèrement humides. Dans ce dernier cas, la différence est à peine sensible que le sol soit humide ou sec.

Nous sommes donc d'avis qu'il ne faut pas compter sur plus de 3 000 ohms comme résistance de la chaussure dans l'état normal sur un sol cimenté, et il faut être tout particulièrement prudent en manœuvrant des appareils électriques lorsqu'on a des chaussures détrempées ou qu'on se trouve dans un local mouillé.

En calculant, comme précédemment, la résistance que le corps humain oppose au courant quand celui-ci traverse le corps des mains aux pieds, la personne étant supposée debout sur sol en ciment avec une chaussure légèrement humide (3000 ohms), nous trouvons :

1° Pour une surface de contact de la main de 1 cm², 53 000 ohms dans le cas du courant continu, et 18 000 ohms dans le cas du courant alternatif;

2° Pour un contact de la main de 10 cm², 8500 et 5000 ohms;

3° Pour un contact de toute la main, 80 cm², ces résistances tombent à 5000 et 3700 ohms.

Si nous admettons toujours qu'un courant de 25 milliampères est la limite supportable sans danger, les résistances ci-dessus correspondent aux tensions supportables suivantes :

Pour le 1er cas, 1300 volts continus et 400 volts alternatifs;

Pour le 2e cas, 210 volts continus et 125 volts alternatifs;

Et pour le 3e cas seulement, 125 volts continus et 95 volts alternatifs.

Mentionnons enfin que la valeur la plus basse constatée par le docteur Kath pour la résistance totale du corps humain, prise entre une main et le sol, a été de 900 à 1000 ohms, valeur trouvée dans une raffinerie de sucre où l'épiderme, les vêtements et les chaussures des ouvriers étaient complètement imprégnés de lessives. Dans ces cas extrêmes, la tension supportable sans danger ne serait donc que d'environ 25 volts. Nous verrons, dans la suite, comment nous pourrons utiliser cette donnée quand nous voudrons obtenir une sécurité aussi grande que possible.

Il ne faut cependant pas perdre de vue que, pour la détermination des tensions supportables, nous nous sommes toujours placés dans les conditions les plus défavorables, c'est-à-dire que, tout en adoptant les valeurs minima des résistances, nous avons supposé que la tension était appliquée directement au corps humain sans interposition de résistances supplémentaires. En matière de sécurité, il est prudent d'opérer de cette façon, mais il est bon de signaler que ces conditions défavorables sont loin d'être toujours remplies.

Victor KAMMERER,
Ingénieur du service électrique de l'Association alsacienne.

(A suivre.)

NOUVELLE APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ

DANS LE SERVICE DES SAPEURS-POMPIERS

A MANCHESTER

Le service des sapeurs-pompiers de Manchester vient d'adopter un nouvel appareil construit par MM. Merryweather and Sons, de Londres, qui est destiné à faciliter le travail des hommes et à leur permettre de rester en communication constante avec l'officier de la brigade.

L'appareil consiste en un casque muni d'un téléphone, d'un circuit électrique pour alimenter une lampe à main et enfin d'un dispositif d'arrivée d'air. Le casque est en cuir et il est complété par un masque qui s'étend jusque sur les épaules; ce masque est ouvert seulement au

dessous de la visière du casque. Le raccord pour le tuyau d'air est placé derrière et l'air se distribue tout autour de la tête de façon à garantir de la fumée les yeux et le nez. Les récepteurs téléphoniques et le transmetteur sont à l'intérieur du masque; les fils passent à travers des soupapes spéciales pour aller à un tableau de distribution, d'où l'officier commandant la brigade peut transmettre les ordres et recevoir les communications des hommes qui sont occupés à combattre le feu.

La pompe à air qui alimente les appareils est placée sur le côté du cylindre de la pompe à vapeur; elle est entraînée par engrenages montés sur la manivelle et peut être mise en route à volonté. Cette pompe porte quatre prises fixées sur le cadre sur lesquelles s'ajustent les tuyaux qui sont fixés sur les casques des hommes.

Sur l'avant de la voiture qui porte la pompe à vapeur est placée une dynamo pouvant alimenter huit lampes à incandescence de 32 bougies. Cette dynamo est actionnée par une courroie montée sur le volant de la machine; un voltmètre est relié à la dynamo ainsi que six bobines portant chacune 60 m de câble souple pour l'alimentation des lampes portatives. Sur le milieu de la voiture sont disposées six longueurs de 18 m de tube flexible en métal. Les batteries destinées aux téléphones sont placées sous les planches du siège où se tient le conducteur.

A. B.

EXPÉRIENCES
SUR LA PRODUCTION DU FERRO-NICKEL
PAR LA PYRRHOTINE

M. Ernst. A. Sjöstedt relate dans un mémoire lu à l'Assemblée générale de l'American Electro Chemical Society, à Washington, des essais qu'il a entrepris pour la production industrielle du ferro-nickel en traitant des minerais de pyrrhotine nickelifère du district de Sudbury.

Ce minerai, comme on sait, constitue la pyrite magnétique ou sulfure de fer magnétique; dans la mine mentionnée ci-dessus le minerai contient 2 à 3 0/0 de nickel et 1 à 2 0/0 de cuivre.

Le problème posé à M. Sjöstedt consistait à rechercher la meilleure utilisation de ce minerai; il s'agissait, par conséquent, de recueillir à la fois le fer, le cuivre et le nickel qu'il contient et d'utiliser le soufre, contrairement aux procédés habituels où le dernier corps est perdu au moment du grillage et où le fer est laissé dans le fondant et perdu aussi dans la scorie.

On choisit, après triage du minerai à la mine, la partie la moins riche en cuivre avec la gangue sulfureuse contenant le nickel pour l'industrie du ferro-nickel, le reste étant réservé à la production de la matte cuivreuse Cette portion du minerai contenait environ 3 0/0 de nickel, 0,5 0/0 de cuivre, 28 0/0 de soufre, 50 0/0 de fer et 0,01 0/0 de phosphore.

Après différents essais, on reconnut qu'il y avait avantage à griller partiellement ce minerai qu'on mélangeait ensuite avec de la chaux et du coke. Ce mélange fut mis dans un petit four électrique de construction spéciale construit en briques de magnésie.

Le ferro-nickel fut fabriqué pendant plusieurs jours dans ce four en partant d'un minerai composé d'environ 3 0/0 de soufre, 58 0/0 de fer et 3 0/0 de nickel. Le chargement se faisait à raison de 27 kg à l'heure. La dépense en énergie électrique de ce four était de 108 kw.

Pour estimer le prix de revient et le bénéfice résultant d'une telle exploitation, l'auteur se base sur la production d'une tonne de ferro-nickel par jour de 24 heures absorbant 200 ch. Dans ces conditions, le prix de revient peut être estimé comme suit :

2 tonnes de pyrrhotine partiellement grillée à 25 fr.	50 » fr
250 kg coke à 27,50 fr la tonne. . . .	6,85 »
1,5 tonne de chaux en poudre à 15 fr.	22,50 »
Main d'œuvre.	12,50 »
Electrodes et réparations	12,50 »
Energie 200 ch à 50 fr le cheval-an. .	27,50 »
Coût total par tonne de métal. .	131,85 fr

La valeur de ce métal, un ferro-nickel à 3 0/0 de nickel, peut être estimée d'après le coût des deux métaux qu'il contient. Si nous estimons le nickel à 3,30 fr le kg et le fer à 70 fr la tonne, le prix de vente d'une tonne de ferro-nickel produira 157,85 fr, laissant un bénéfice d'environ 25 fr.

Une telle exploitation nécessiterait, bien entendu, pour être rémunératrice, une grosse production et, par conséquent, une puissance électrique considérable.

A. B.

UNE APPRÉCIATION AMÉRICAINE
SUR LES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES ALLEMANDS

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* donne l'analyse suivante d'un rapport que le consul général des Etats-Unis à Berlin a récemment adressé à son gouvernement sur les services publics de trans-

port en commun qui se rencontrent dans les villes d'Allemagne :

« Le rapport en question constate que, dans un laps de temps relativement court (quatre ou cinq ans), la plupart des tramways à chevaux ont été remplacés par des lignes à traction électrique. Ce dernier mode de traction se prête mieux aux besoins des villes et des banlieues, mais il donne aux actionnaires des bénéfices moins importants que ceux réalisés avec l'ancien système, d'autant plus que les municipalités ont formulé des exigences onéreuses. Au début notamment, la plupart des administrations municipales ont refusé d'admettre la canalisation aérienne dans leurs rues à trafic intense, d'où la nécessité, pour les entreprises, d'organiser un service à accumulateurs très coûteux qui s'est révélé, par la suite, comme impraticable. En outre, des conditions sévères ont été imposées relativement au tarif des transports et à l'entretien des rues. Il faut noter, de plus, que la production du courant électrique revient, en Allemagne, à un prix élevé, car la commande des dynamos, à défaut de sources convenables d'énergie hydraulique, doit être donné au moyen de machines à vapeur; or, toutes les catégories de combustible coûtent cher dans ce pays. D'autre part, les dépenses des entreprises de transport, pour l'entretien de leurs voies, ont fort augmenté par suite du nouveau service. Alors que, au temps des tramways à chevaux, une ligne bien construite pouvait durer douze à quinze ans, la même ligne se trouve aujourd'hui complètement usée et nécessite un renouvellement complet dans un délai moitié moins long. Enfin, les conducteurs des voitures électriques ne se contentent pas des salaires modestes attribués aux cochers des anciennes voitures à chevaux et les entreprises doivent payer des salaires bien plus élevés : c'est au point que les frais de ce dernier chef, par voiture-kilométrique, ont augmenté de 50 0/0. Le même rapport formule dans les termes ci-après son appréciation d'ensemble : « La circonstance principale qui a mis les tramways de Berlin et des autres grandes villes en mesure de faire face aux exigences étendues des administrations municipales et de pourvoir au surcroit de dépenses résultant de l'augmentation des frais d'exploitation, c'est que le mouvement des voyageurs a grandi dans une mesure remarquable au cours de ces dernières années. L'augmentation s'est particulièrement manifestée dans le service des banlieues qui a su attirer le public grâce à une vitesse de marche plus grande, à des départs plus fréquents et à une meilleure installation et aération des voitures. En quelques années, des petites villes de banlieue tout entières se sont édifiées autour des grands centres, par suite de l'action de quelques lignes de tramways bien administrées qui transportent les voyageurs des deux sexes à leur travail quotidien et les en ramènent plus rapidement, — et cela à un prix de 50 0/0 moins élevé, — que ne le faisaient les anciens tramways à chevaux. Bien qu'ils ne donnent que des bénéfices modestes à leurs actionnaires, les tramways électriques tiennent pourtant une place importante, en Allemagne, parmi les facteurs de la civilisation moderne. »

G.

CHRONIQUE

Lampes à osmium.

D'après l'*Elektrotechnischer Rundschau* du 1er septembre, la Société Auer de Vienne aurait arrêté depuis le 1er août la fabrication des lampes à incandescence à osmium par suite des difficultés techniques de fabrication qui ne permettent pas de produire ces lampes industriellement. — AB.

Accident extraordinaire dans une station hydraulico-électrique.

Le 12 août dernier, à minuit, la canalisation alimentant sous la pression de 420 m l'usine de la Standard Electric Cº en Californie vint à se rompre après avoir arrêté les unités alimentant la ligne de tramway de Oakland à San José.

A l'endroit où la rupture se produisit, la canalisation est en fonte de 18,75 mm d'épaisseur et est calculée pour résister à la pression maximum qui est de 75 m supérieure, soit 495 m de charge d'eau.

L'ouverture produite dans le tuyau avait 2,40 m de longueur sur 33 cm de largeur; l'énorme quantité d'eau qui se précipita par cet orifice fut projetée contre le bâtiment de l'usine qui fut envahie et submergée. Après l'écoulement de l'eau, le sol de l'usine et les machines étaient couverts de débris et de boue; l'épaisseur du dépôt de boue atteignait de 60 à 90 cm d'épaisseur. — AB.

Alliages d'aluminium.

Le professeur Ernest Wilson a présenté un travail à l'Association britannique pour l'Avancement des Sciences dans lequel il donne une série de chiffres relatifs à la conductibilité électrique de certains alliages d'aluminium ne se trouvant pas affectés par l'exposition à l'atmosphère de Londres; il ajoute quelques réflexions au sujet de la structure de ces alliages. — A.-H. B.

Le matériel électrique d'un petit croiseur moderne.

La *Schweizerische Bauzeitung* énumère comme il suit l'outillage électrique dont a été doté un petit croiseur de la flotte de guerre allemande, le *München*, lancé le 30 avril dernier, par les chantiers du Weser :

Le courant électrique est fourni par deux dynamos à vapeur, chacune de 75 ch, ainsi que par une batterie d'accumulateurs servant de réserve. Comme les petits croiseurs de ce type doivent s'employer au service des reconnaissances, le *München* a reçu deux forts projec-

teurs Siemens-Schuckert, développant chacun une puissance lumineuse de 61 millions de bougies normales A ces projecteurs, on a ajouté des appareils de signaux optiques pour la transmission de messages à la côte ou encore d'un navire à l'autre, ainsi qu'une station complète de télégraphie sans fil. On y trouve, en outre, des appareils de transmission d'ordres aux machines à vapeur, au gouvernail, à l'artillerie et à la section des torpilles, ainsi que des moteurs électriques affectés à l'apport des projectiles jusqu'aux canons, à la commande des machines-outils installées dans l'atelier des réparations, au fonctionnement des machines à glace et d'un grand nombre de ventilateurs, petits et grands. Les appareils de sondage et autres ont également reçu des commandes électriques. Enfin, tout l'intérieur du bâtiment et le pont sont pourvus de lampes à incandescence ainsi que, naturellement, de téléphones et de sonneries électriques. — G.

-∞-

Statistique générale des stations centrales hydraulico électriques.

Dans une conférence faite devant l'Association britannique qui s'est réunie, cette année, à Cambridge, M. C. Swinton a évalué à environ 1 483 300 ch l'énergie hydraulique actuellement convertie, dans le monde entier, en courant électrique. Le conférencier, qui n'a d'ailleurs pas la prétention d'avoir réuni des renseignements complets, répartit comme il suit le chiffre global ci-dessus :

Allemagne.	81 000 ch
Autriche-Hongrie. . . .	16 000
Brésil.	800
Canada.	228 200
Etats-Unis.	527 500
France.	161 300
Grande-Bretagne. . . .	11 900
Italie.	210 000
Inde.	700
Japon.	3 500
Mexique.	18 500
Russie.	10 000
Sud-Africain.	2 100
Suède.	71 000
Suisse.	133 300
Venezuela.	1 200

G.

-∞-

Nouvelles expériences de traction électrique sur le chemin de fer de la Valtelline (Italie).

Suivant l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, on doit prochainement se livrer, sur le chemin de fer électrique de la Valtelline, à des essais comparatifs de traction avec le système Ganz à courant triphasé et avec le système Finzi à courant alternatif monophasé. Les essais en question sont la conséquence des résultats très satisfaisants obtenus, sur les tramways de Milan, avec le système Finzi. La Revue allemande ajoute que, pour les applications de ce dernier système sur le réseau de la Valtelline, on a installé, sur une des voitures automotrices à quatre essieux de la ligne Bologne-Modène, quatre moteurs à courant alternatif monophasé d'une puissance de 100 ch qui fonctionnent sous une tension de 200 à 400 volts, ainsi qu'une transmission à engrenage et les commutateurs nécessaires. Sur cette voiture la commande des moteurs s'effectue, à partir de chaque extrémité, sans qu'on ait à faire entrer en jeu des résistances : elle est, par suite, fort économique. Le courant est amené, par un trolley, de la canalisation aérienne à la voiture, sous une tension de 3000 volts. La voiture précitée peut remorquer des trains de 100 t entre Lecco et Sondrio, à une allure de 72 km à l'heure. — G.

-∞-

Un commutateur électrique à fonctionnement différé.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* signale la construction, par la Société générale d'appareils automatiques d'allumage et d'extinction, d'un commutateur spécial destiné à empêcher la mise en circuit de moteurs, sur un réseau électrique, durant les périodes de la journée où le service de l'éclairage est le plus particulièrement chargé. Dans ce dispositif, le levier-commutateur proprement dit ne peut être actionné qu'au moyen d'un levier auxiliaire. Entre les deux leviers, on a placé un accouplement que commande une horloge. Grâce à cette commande, l'accouplement ne relie les deux leviers qu'au moment fixé par l'horloge : par suite le consommateur, auquel l'unique levier auxiliaire est accessible, ne peut qu'à ce seul moment manœuvrer le levier auxiliaire dont il s'agit en sorte de faire entrer le levier commutateur proprement dit dans le circuit. L'horloge fonctionne durant 35 jours sans qu'on ait à la remonter; elle peut être reliée à un compteur électrique destiné à noter la consommation. Un instant avant la mise automatique hors circuit du moteur, un signal, donné par une sonnerie, se fait entendre. — G.

-∞-

Le photomètre Nisco.

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* signale un nouveau photomètre construit par M. Nisco et utilisant, pour mesurer l'intensité lumineuse, les variations de résistance que présente le sélénium, quand ce corps est frappé par la lumière. Dans le photomètre en question, un élément au sélénium dont la variation de résistance s'élève à 10 000 ohms, selon qu'il se trouve dans l'obscurité ou exposé à la lumière, est monté en série avec un élément d'accumulateur et un galvanomètre. L'aiguille du galvanomètre demeure fixe à zéro dans l'obscurité; elle peut se mouvoir sur une échelle divisée directement en unités de lumière. Les mesures s'effectuent d'après le principe découvert par M. Nisco — à savoir que, quand deux sources lumineuses d'intensités déterminées, mais différentes l'une de l'autre, ont leurs rayons alternativement projetés sur un élément au sélénium ou encore lorsque la lumière d'une seule source frappe cet élément d'une façon intermittente, la résistance du sélénium ne tarde pas à prendre une valeur constante que n'affectent pas les éclairements antérieurs. Par suite, quand il s'agit de mesurer une source lumineuse, on ne projette la lumière de cette source que par intermittences sur l'élément au sélénium. Le laps de temps nécessaire pour passer du régime de l'éclairement à celui de l'obscurité, et inversement, est de 30 secondes. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

PARIS. — DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 722 29 Octobre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

NOUVELLE LAMPE A ARC AVEC RÉGLAGE PAR DILATATION

Cette lampe, dont nous empruntons la description à notre confrère *Electrician*, est le dernier modèle construit par MM. Foster et Cie de Worple Road à Winbledon. C'est une lampe en vase clos à réglage par dilatation qui peut par conséquent marcher indifféremment sur courants continus ou alternatifs.

La figure ci-contre permet de comprendre facilement le fonctionnement de cette lampe.

Le courant qui entre par la borne marquée + suit le conducteur S pour atteindre le plot V auquel est fixée une des extrémités du ruban R. Ce ruban avec l'autre ruban semblable R constituent l'organe de réglage de la lampe par suite de leur dilatation sous l'influence du courant. Les deux extrémités supérieures de ces deux rubans sont fixées, par l'intermédiaire des deux étriers N, aux deux bouts d'une sorte de fléau de balance M qui lui-même est suspendu au plot L; celui-ci peut être monté ou abaissé en manœuvrant le bouton fileté K de façon à modifier la tension des rubans R s'il est besoin pour le réglage de la lampe. L'extrémité inférieure du ruban R de gauche est attachée au crochet T qui fait partie d'un levier pivotant autour de la partie nférieure de la tige B qui constitue l'axe rigide d'oscillation. De ce levier, le courant passe au charbon supérieur par le fil souple isolé D. Le circuit se ferme par le charbon inférieur, les tiges H et le conducteur A qui va rejoindre la borne négative.

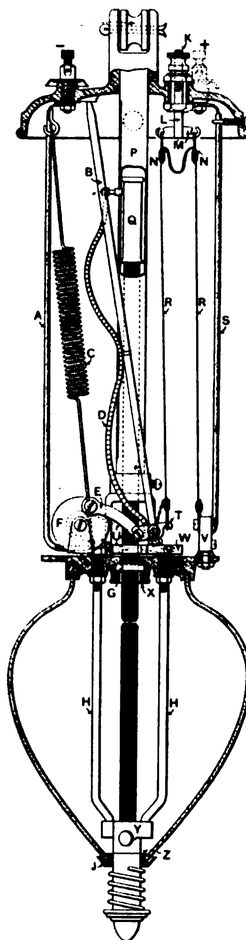
Le mécanisme de réglage se compose d'une série de pièces destinées à transmettre au charbon supérieur les modifications que les rubans R subissent dans leur longueur par suite de leur dilatation ou de leur contraction.

A cet effet, le levier T, auquel est attachée l'extrémité du ruban se prolonge par une pièce articulée E fixée sur la périphérie d'un disque F mobile autour d'un axe horizontal. L'ensemble de ces pièces est soumis à l'action d'un ressort C qui maintient tendus les rubans R.

Sur le disque F est montée une pièce U qui a un certain jeu, de façon à ne pas obéir immédiatement aux mouvements du disque. Cette pièce est fixée à son autre extrémité sur la griffe W qu'elle entraîne avec elle.

Quand le courant est fermé, les crayons étant en contact, les rubans R s'échauffent fortement; l'allongement produit a pour effet d'abaisser le point T extrémité du levier; ce mouvement transmis par le levier fait tourner le disque F qui, à son tour, soulève la griffe W par l'intermédiaire de la pièce U. Le charbon supérieur est soulevé et l'arc s'allume. Quand l'intensité du courant diminue, les bandes métalliques R se contractent; le disque F tournant légèrement en sens inverse, la griffe W relâche le charbon.

Le charbon inférieur est fixe. Le globe est maintenu entre deux colliers qui préviennent les rentrées d'air. La bague G qui guide le charbon supérieur et l'isole dans la traversée du plateau inférieur est en stéatite; cette bague est maintenue par la pièce filetée X. La griffe W est aussi garnie intérieurement de stéatite.



Pour éviter les étincelles ou mauvais contacts qui pourraient se produire dans les pinces N, les deux extrémités supérieures des rubans R sont reliées par un petit câble flexible.

Le charbon supérieur est logé dans un tube fendu Q constituant le porte-charbon, il est simplement forcé dans ce tube à la main.

Toutes les pièces de cette lampe sont incombustibles.

Comme on peut voir par le dessin, la lampe est très simple de construction; elle pèse environ 6 kg et sa hauteur totale est de 70 cm environ.

Il paraît que les lampes de ce type qui sont en service, tant sur courant continu que sur courant alternatif, fonctionnent d'une façon satisfaisante.

A. Bainville.

TRACTION ÉLECTRIQUE

PAR RAIL SECTIONNÉ

SYSTÈME MAHONEY

Le nouveau procédé de traction électrique que propose M. Timothée Mahoney de San-Francisco est une sorte d'intermédiaire entre le système à troisième rail et le contact superficiel Dolter. Il se rapproche du premier en ce sens qu'un troisième rail conducteur est alimenté par sections sur le passage du véhicule, tandis qu'il rappelle aussi le second système par la disposition du commutateur automatique. D'ailleurs, on peut concevoir les divers systèmes de traction à contact superficiel comme qu'il actionne les commutateurs automatiques distribuant le courant successivement dans les sections du rail central. La figure 2 nous montre les détails de construction de ce collecteur magnétique : il comporte dans sa partie essentielle une pièce annulaire de fer doux fixée sur la jante (5) du galet et assujettie au moyen de rayons partant du moyeu à encastrement (7). Ce moyeu porte une plaque de cuivre (8) qui est en contact continuel par frottement dur avec la lame (9). Chaque rayon est enroulé à la façon d'un électro-aimant, c'est-à-dire qu'un seul conducteur passe successivement sur chacun des quatre rayons; l'une des extrémités (10) aboutit à la jante tandis que l'autre est fixée à la lame de cuivre (8) du moyeu (7); la connexion (19) se relie ensuite aux enroulements de la voiture. Il s'ensuit que les rayons se trouvent transformés

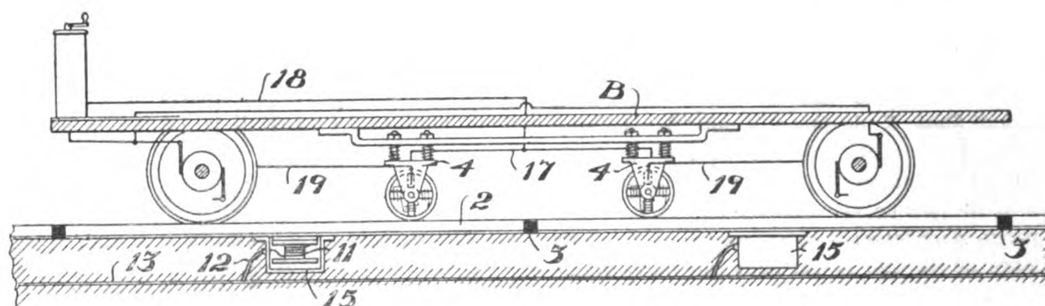


Fig. 1. — Contact superficiel Mahoney.

divisés en deux grandes classes : la première comprenant de simples plots de contact avec un long patin frotteur supporté par la voiture et le deuxième consistant en une suite de longues sections de rails conducteurs posés sur l'entre-voie et sur lesquelles viennent frotter les balais de contact de la voiture, de telle sorte que, dans les deux cas, les moteurs puissent être continuellement alimentés par les feeders d'alimentation et qu'après le passage du véhicule, les plots ou les sections de rails conducteurs redeviennent inactifs. Le système Mahoney appartient à la deuxième catégorie.

Le rail central est donc divisé en sections isolées l'une de l'autre (2), (fig 1). Sur ces sections conductrices roulent deux galets (4) fixés en dessous du châssis à une distance sensiblement égale à la longueur de chacune des sections, de manière que l'un d'eux soit toujours en contact avec une section avant que l'autre ne la quitte.

Ces galets contiennent, renfermé dans leur épaisseur, un dispositif magnétique tout spécial qui remplit le rôle de collecteur en même temps en noyaux magnétiques de même polarité; si, par exemple, les pôles extérieurs sont *nord* la jante elle-même aura la même polarité.

Cette jante est de préférence à section concave, afin d'assurer son contact avec le rail conducteur.

Quant aux commutateurs que détaille la figure 3, leur disposition est d'une simplicité extrême; ils renferment uniquement un noyau de polarité opposée à celle des galets de la voiture; l'enroulement est relié par fil souple au feeder d'alimentation. Ce noyau affecte la forme d'une bobine à têtes rectangulaires; il est encastré dans une boîte en fer à doublure intérieure en matière isolante et qui est disposée en dessous de chaque section du rail central; cette boîte ne porte pas de couvercle, le rail lui même remplit cet office et se trouve solidement boulonné sur la boîte rendue étanche par l'interposition d'un joint quelconque. Afin d'assurer un meilleur contact électrique, la surface inférieure du rail central est doublée dans la partie formant couvercle d'une plaque de cuivre. L'extrémité de l'enroulement sort de la boîte en

fer à travers un trou pratiqué sur l'un des côtés et soigneusement scellé de manière à prévenir l'introduction de toute humidité.

En ce qui concerne le fonctionnement, si l'on suppose la voiture se dirigeant de droite à gauche comme l'indique la figure 1, le galet d'avant, passant sur une section de rail, s'approche de l'un des commutateurs et est bientôt à une distance suffisamment petite pour provoquer le soulèvement du noyau qui vient se coller en dessous du rail. Le courant d'alimentation passe alors du rail à la jante du galet, de là au moyeu puis, par les fils 17 et 18, aux coupleurs et de là aux moteurs pour finalement revenir par les rails de roulement qui com-

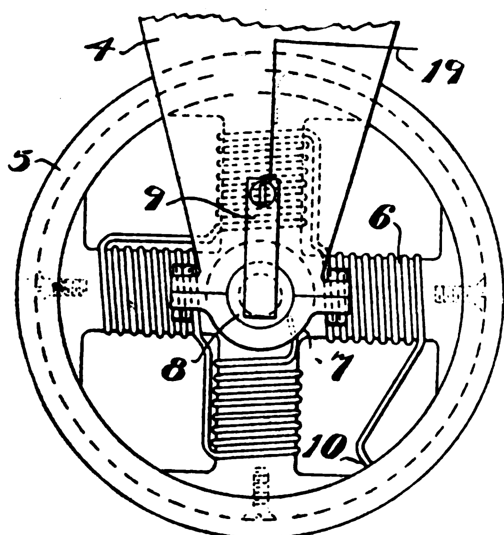


Fig. 2.

plètent le circuit. Les conducteurs 17 et 18 relient ensemble les deux galets de contact afin que le courant soit recueilli simultanément sur les deux sections couvertes par la voiture. De plus ils se trouvent ainsi toujours excités de telle sorte qu'ils agissent fortement sur le commutateur suivant.

Dès que le noyau polaire a été soulevé contre le rail central et que le circuit est fermé, il se trouve transformé en électro-aimant de grande puissance, puisque le courant d'alimentation traverse son enroulement; il adhère donc fortement au rail qui devient son armature. Puis avant que le galet d'avant ne sorte de son rayon d'action, le galet d'arrière arrive sur cette même section et le courant continue à passer par l'intermédiaire de ce galet d'arrière jusqu'aux moteurs, même quand le premier galet s'est engagé sur la section suivante. C'est alors seulement que le galet d'arrière s'éloigne du commutateur dont le noyau retombe dans la boîte et interrompt le circuit sur la section de rail que la voiture commence à laisser découvert derrière elle.

Notre confrère de Chicago, *Western Electrician*, semble apprécier grandement ce système de traction; il vante sa simplicité, le bon marché de son installation et l'économie qu'il présente dans l'exploitation. Aucune complication de circuits, point de mécanismes ni d'organes délicats faciles à se détériorer; le rail forme lui-même le couvercle des boîtes et comme celles-ci sont très petites, le mouvement de va et vient des bobines intérieures s'effectue sûrement et sans aucune crainte de ratés.

D'un autre côté, énumérant les avantages du galet électro-magnétique de contact, *Western Electrician* fait remarquer que le contact est toujours absolument garanti sans usure d'aucune sorte même dans les courbes ou les rampes les plus accentuées et ce contact est assuré par l'adhérence que possède un corps aimanté

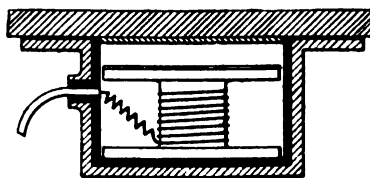


Fig. 3.

glissant sur un autre. Enfin, il faut noter le différent rôle des deux galets; ils agissent bien tous deux comme collecteur, mais ils fonctionnent différemment. Celui d'avant est le seul qui actionne pratiquement le noyau du commutateur, tandis que celui d'arrière agit simplement sur ce noyau à la façon d'un conducteur électrique; bien entendu ces fonctions se trouvent inversées dans le cas d'un changement de direction de la voiture.

Georges Dary.

L'ÉLECTRICITÉ

DANS LES BUREAUX DU « *GRAPHIC* »

Nous empruntons à notre confrère *Electrician* la description de cette intéressante installation qui vient d'être faite récemment dans le nouvel immeublé occupé par le journal « *the Graphic* », tant pour l'éclairage des bureaux, magasins et ateliers, que pour la force motrice.

L'immeuble a quatre étages et est éclairé par 450 lampes à incandescence de 16 bougies.

La canalisation est apparente presque partout,

des câbles à deux conducteurs sous plomb étant employés dans les bureaux et des tubes d'acier dans la salle des machines, la fonderie de caractères, la salle de composition et tous les autres endroits où circulent des ouvriers. Le câble sous plomb est fixé aux murs par des pinces en laiton. La canalisation en tube est de deux modèles, la plupart étant faite avec le modèle de tube fendu, l'extrémité unie de chaque longueur de tube étant simplement serrée dans le raccord de la suivante; l'autre portion est faite avec des tubes vissés.

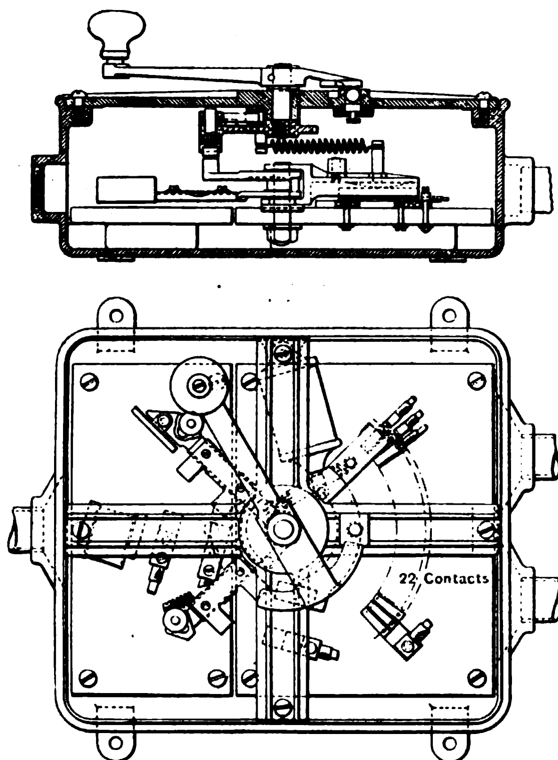


Fig. 1 et 2.

Les lignes qui desservent les grands moteurs attelés aux machines à imprimer sont boulonnées si elles ne sont pas en tubes vissés. A cet effet, une pince est vissée à chaque extrémité du joint et les deux pinces sont réunies par un câble ou des bandes en cuivre ou en laiton. Ces circuits ne sont pas apparents, ils sont en tranchée dans les fondations de l'immeuble. L'ensemble des circuits part d'un seul tableau de distribution.

Les circuits d'éclairage et ceux des petits moteurs sont alimentés sous la tension de 205 volts par le système à trois fils; bien entendu le circuit moteur est tout à fait indépendant du circuit lumière. Les huit moteurs de 15 ch actionnant les machines à imprimer sont montés sur un circuit à 410 volts.

Ces moteurs à 410 volts tournent à 800 tours et conduisent chacun une machine Dawson's « Perceler » à deux alimentations qui donne 3200 épreuves à l'heure au maximum, avec une variation de vitesse de 1500 à 3200. Les moteurs peuvent dans la limite économique de 2400 à 3200 (c'est-à-dire celle où les résistances sont dans le circuit d'excitation du moteur seulement) fournir six vitesses.

Le rhéostat de réglage comporte six plots pour la résistance d'excitation et en outre six autres plots pour la résistance de l'induit correspondant aux vitesses inférieures à 2400. Ce rhéostat est absolument indépendant et peut être vérouillé sur une position déterminée.

Le rhéostat de mise en marche est du modèle automatique Holmes-Page (fig. 1, 2, et 3). Il a été étudié en vue de démarrages fréquents et ne

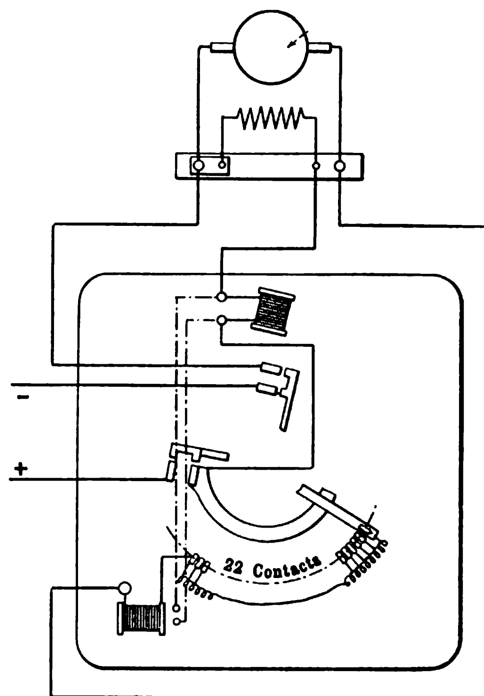


Fig. 3.

peut être employé que comme démarreur ou interrupteur du moteur qu'il commande.

Ce démarreur se compose d'un commutateur bipolaire à main, avec relai à maximum et minimum qui commande en même temps un rhéostat à contact glissant et à ralentissement par amortisseur à air; l'appareil est combiné de telle sorte que les résistances successives ne peuvent être coupées trop rapidement, quelque rapide que soit la manœuvre de la manette. Dès que cette manette est amené de la position « ouvert » à la position « fermé », la came double qui y est fixée s'engage dans une projection du bras du commutateur double et ferme ce commutateur en même temps qu'une armature de fer que porte le bras du commutateur est amenée ainsi contre les pôles d'une bobine traversée par le courant. En poursuivant le mouvement de la manette, la double came est relâchée, le commutateur étant maintenu fermé par l'attraction de la bobine; tandis que le bras du

rhéostat est mis en marche dans le sens convenable pour enlever les résistances; ce déplacement du bras du rhéostat est, comme nous l'avons dit, ralenti par l'amortisseur à air et sa vitesse peut être réglée à l'avance. Quand on veut arrêter le moteur, la manette du démarreur est ramenée vers la position « fermé »; cette manœuvre ouvre d'abord le commutateur bipolaire, puis introduit rapidement la résistance de démarrage, ramenant ainsi l'appareil à sa position de départ. Si le commutateur bipolaire se trouve ouvert par suite d'une interruption de courant ou du fonctionnement de la bobine de surcharge, on ne peut le fermer sans avoir auparavant introduit toutes les résistances.

Toutes les résistances, aussi bien celles du démarreur que celle du rhéostat de réglage sont placées dans une fosse sous la machine.

Quelques autres appareils spéciaux font également partie de l'installation des moteurs de 15 ch. L'un d'eux est un commutateur à poussoir qui est manœuvré par le levier du frein; lorsque ce frein est mis en marche, la bobine de l'électro-aimant qui sert à retenir la manette du commutateur est mise ainsi en court-circuit et cette manette retombe en coupant le courant principal. Un autre dispositif monté sur chaque machine permet au directeur de savoir, en consultant un tableau placé dans son bureau, quelles sont les machines qui sont en marche et de connaître en même temps la vitesse de chacune d'elles. Ce dispositif se compose d'un contact supplémentaire monté sur la manette du démarreur du moteur de chaque machine qui met en lumière une des lampes du tableau (fig. 4) portant le numéro de la machine correspondante. Pour connaître la vitesse, on a disposé sur le tableau une sonnerie à un coup qui peut être reliée à l'un des huit circuits partant des huit machines; les volants de ces machines sont munis d'un appareil qui ouvre et ferme successivement le circuit correspondant. Un commutateur placé sur le tableau permet de mettre la sonnerie sur le circuit de la machine dont on désire connaître la vitesse.

En dehors des grandes machines à imprimer placées dans le sous-sol, il y a deux machines « Cropper » actionnées par transmission à l'aide d'un moteur de 1 ch tournant à 1010 tours par minute. Au second étage, sont montés trois moteurs de 4 ch qui actionnent des machines à couper; deux de ces moteurs tournent à 875 tours et le troisième à 1100 tours. Les six machines à brocher, montées au troisième étage sont mises en marche par des moteurs de 4 ch faisant 875 tours. Au même étage se trouvent deux moteurs de 7 ch à 710 et 750 tours qui sont attelés sur une transmission commandant quatre grandes et quatre petites machines à plier et quatre massicots.

Les ateliers de fonderie et de composition sont à l'étage supérieur; ceux-ci sont particulièrement bien éclairés. La fabrication des matrices à demi-teinte n'est pas faite actuellement dans les ateliers du *Graphic*, mais elles sont retouchées par les graveurs du journal avant d'être reproduites. Après cette retouche, les matrices sont portées à la fonderie où l'on prend l'empreinte en plâtre à la presse hydraulique; on coule les clichés dans ces moules en plâtre. Après quoi, on les recouvre d'une légère couche de cuivre avant de les nickeler. Ces dépôts électrolytiques se font avec le courant d'un petit groupe moteur-générateur qui donne une tension de 7 à 8 volts. Les bains d'électrolyse utilisent un courant moyen de 50 ampères sous une tension de 5 à 7 volts.

Le courant est fourni par une station centrale et, pour obvier aux interruptions possibles de courant, il y a deux séries de câbles principaux qui sont alimentés par deux sous-stations différentes; à l'aide d'un inverseur on peut se mettre sur l'une ou sur l'autre. Le tableau principal qui est au sous-sol porte, outre les instruments de mesure ordinaires, un ampèremètre Weston qui, à l'aide d'un commutateur multiple et d'un shunt, peut être inséré sur un circuit de moteur quelconque. On peut ainsi surveiller ces circuits s'il est besoin.

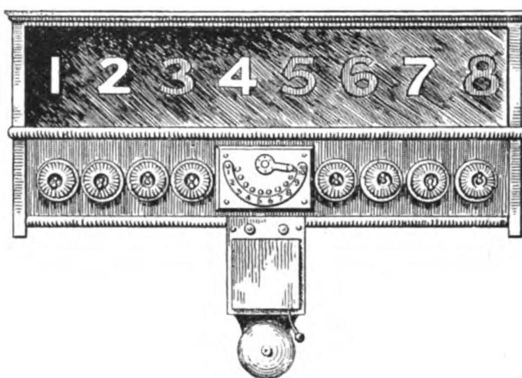


Fig. 4.

A. B.

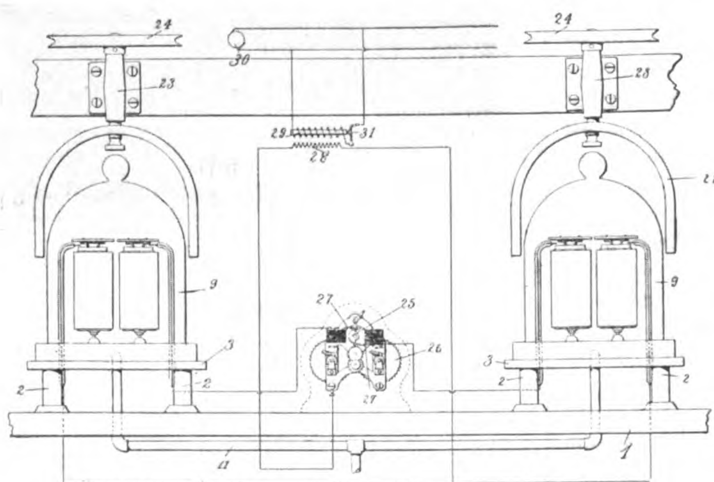
ÉLECTRO-DÉPOSITION DES MÉTAUX

PAR LE SYSTÈME ÉDISON

La nouvelle méthode que préconise Thomas A. Edison pour obtenir le dépôt d'une très mince couche de métal sur un corps quelconque n'a rien d'électrochimique et ne procède ni de près ni de loin des dépôts galvaniques réalisés par un courant de faible tension. L'inventeur américain réalise ce dépôt par des décharges électriques qui vaporisent un fil de métal. En imaginant cette nouvelle méthode et en construisant l'appareil qui permet de l'employer, il avait pour objet prin-

cipal de métalliser les rouleaux phonographiques et de rendre ainsi leurs traces indélébiles à l'aide d'une pellicule métallique excessivement mince qui respecterait par suite tous leurs délicats contours.

Edison provoque en conséquence la formation d'étincelles entre des électrodes métalliques de trop faible diamètre pour supporter la chaleur développée; la vaporisation des pointes s'effectue, des vapeurs se condensent et se déposent sur le corps voisin. Or il ne fallait pas que les décharges électriques soient continues et que les étincelles éclatent sans interruption entre les électrodes, car celles-ci étant très minces, auraient fondu sans subir aucune condensation, aucun refroidissement; il fallait donc interrompre le courant afin de permettre aux électrodes de se refroidir, mais d'un autre côté, il était préférable que la bobine d'induction ou tout autre appareil électrique, ainsi que les dispositifs mécaniques de l'ensemble, fonctionnent sans interruption; c'est pourquoi Edison adopta l'emploi de deux paires d'électrodes contenues dans des récipients vides d'air et dans lesquels les décharges et le dépôt s'effectuent alternativement. Pendant que la métallisation s'opère dans l'un des récipients, les électrodes de l'autre se refroidissent.



La figure ci-contre, que nous empruntons à *Western Electrician*, nous détaille la disposition des divers organes de cet appareil. Scellées sur un socle (1) se trouvent deux cloches en verre (9) supportées par des plateaux métalliques (3) avec pieds (2). Ces plateaux sont à rainure et, ainsi que pour les machines pneumatiques ordinaires, la base des cloches de verre s'y encastre et on lute à la paraffine ou à la cire. A l'aide d'un corps de pompe et d'un tuyau (11), on peut faire le vide dans ces cloches. Au travers des plateaux, passent les fils du circuit qui portent à leurs extrémités les électrodes composées de métal à déposer; elles affectent de préférence la forme de minces rubans de clinquant. Mais pour le revêtement des rouleaux phonographiques, Edison propose l'or à cause de son inoxydabilité. En tout cas, les meilleurs résultats sont obtenus avec des électrodes parfaitement plates.

Le rouleau phonographique ou tout autre objet porte à son sommet une sorte de bouclier ou de plaque de garde, en bronze de préférence, qui y est fixé, y pénètre et supporte le rouleau lui-même. Ce bouclier reçoit le dépôt métallique qui se formerait sans cela à l'intérieur du rouleau et il semble en outre que son influence fasse dévier la décharge et la dirige contre la surface extérieure de l'objet. L'intérieur reste donc intact et même la tranche où il se forme une ligne très nette de démarcation.

Monté au-dessus de chaque cloche est disposé extérieurement un aimant en fer à cheval (21), dont l'axe (23) traversant un support se termine par un galet à gorge (24); au moyen d'une courroie embrassant les deux galets, on peut leur imprimer un rapide mouvement de rotation.

Afin que les décharges se produisent alternativement dans les deux récipients, Edison emploie un commutateur (25) actionné par un mouvement d'horlogerie (26) et établissant alternativement le contact avec deux lames à ressorts (27). Ces lames sont respectivement reliées électriquement avec l'une des électrodes dans les deux récipients. Les deux autres électrodes communiquent à l'une des bornes du circuit secondaire (28) d'une bobine d'induction l'autre borne se relie avec le commutateur à travers le mouvement d'horlogerie. Quant au primaire de la bobine d'induction, il est monté en dérivation sur le circuit d'une source d'énergie quelconque, sur lequel on a intercalé un interrupteur. La bobine d'induction est donc alternativement reliée avec les électrodes de la cloche de droite, puis avec celle de gauche. Les décharges sont donc régulièrement alternées et produisent, par vaporisation, un dépôt métallique sur les surfaces des objets. Pendant ce temps, la rotation des aimants provoque celle des objets sur lesquels s'étend mince et parfaitement uniforme le dépôt métallique, Edison paraît avoir également en vue, à l'aide de son appareil, la métallisation préalable d'objets destinés à recevoir une couche plus épaisse d'un autre métal; la première servant de base à la seconde ainsi que l'on opère pour certaines dorures.

Bien que nous ayons décrit dans ces quelques lignes l'appareil Edison, à cause de certains côtés ingénieux et nouveaux, il nous semble que l'électrochimie, qui réalise aujourd'hui des merveilles,

peut également se charger de ces travaux délicats et que les procédés qu'elle emploie présentent des avantages considérables de simplicité et, par suite, une supériorité incontestable, sur la méthode Edison.

Paul Ardy.

INSTALLATION

DES STATIONS CENTRALES

D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(*Suite et fin*) (1).

INSTRUMENTS DE MESURES ET APPAREILS ENREGISTREURS

Importance des appareils enregistreurs dans la chaufferie. — Alors qu'en ce qui concerne l'installation électrique, les stations sont toujours pourvues des instruments de mesure nécessaires, les instruments enregistreurs du service de la chaufferie n'ont presque jamais été l'objet de l'attention des ingénieurs qui considèrent comme secondaire l'exploitation économique des chaudières. Cette manière d'opérer est, semble-t-il, erronée, car on constate presque toujours que l'installation rationnelle de la chaufferie est plus importante à examiner, au point de vue du régime de marche économique, que celle de la salle des machines ou des machines électriques.

Le rendement des machines électriques et des moteurs mécaniques est facile à déterminer au moyen d'instruments présentant des garanties d'exactitude suffisantes.

D'autre part, les essais effectués sur les chaudières ont si fréquemment un caractère primitif que l'on peut douter de l'exactitude des résultats obtenus. Il s'ensuit que ces essais sont la plupart du temps négligés. Il est pourtant possible et certainement désirable d'obtenir, sur l'installation d'une chaufferie, des données très approximativement exactes. On devrait noter soigneusement le travail des divers organes entrant dans l'installation pendant toute la période de transformation de l'énergie thermique du charbon en énergie électrique. Il serait même nécessaire d'avoir un agent possédant certaines connaissances en chimie et qui serait spécialement chargé de diriger l'exploitation de la chaufferie, afin de réaliser le maximum d'économies possible; il devrait dans ces conditions recueillir toutes les données relatives à cette partie de l'installation.

Pesage du combustible. — Les appareils nécessaires pour effectuer le contrôle de la chaufferie d'une station sont les suivants :

1° *Bascules pour peser le combustible.* — Les appareils utilisés pour peser le combustible devraient comprendre :

a) Un pont à bascule permettant de contrôler le poids des charbons livrés par le chemin de fer ou par la mine;

b) Une bascule servant à peser le charbon provenant des soutes (lorsqu'il en existe) et amené à chacune des chaudières.

Cette bascule peut-être utilisée soit d'une façon continue, soit lorsqu'on effectue certains essais particuliers.

Le pont à bascule doit servir d'une manière continue.

Analyse des charbons. — Il est tout aussi important de déterminer le pouvoir calorifique du charbon et la teneur en cendres que d'en contrôler le poids; il serait donc utile d'analyser, au moins une fois par semaine, des échantillons prélevés sur les livraisons.

Appareil pour l'analyse des gaz provenant de la combustion. — Il est également important de connaître la composition des gaz provenant de la combustion. Il existe, à cet effet, différents appareils permettant d'effectuer un contrôle permanent, mais aucun d'eux ne paraît supérieur à l'appareil Orsat.

Mesure de la température. — On devrait aussi avoir recours à des dispositifs spéciaux et pratiques pour obtenir les données thermométriques suivantes :

1° Température de la surchauffe;

2° Température à la sortie de la pompe à air;

3° Température de l'eau d'alimentation avant son entrée dans l'économiseur et aussi à sa sortie;

4° Température des gaz de la chaudière avant leur entrée dans l'économiseur ainsi qu'à leur sortie, ainsi qu'en divers points de la cheminée.

Compteurs d'eau. — Il serait utile d'enregistrer journellement les quantités d'eau consommées pour l'alimentation des chaudières, récupérées par la condensation ainsi que la quantité d'eau fournie par une distribution. Il faudrait, en outre, prendre des dispositions, pour mesurer d'une façon régulière la décharge

(1) Voir l'*Electricien*, nos 714, p. 146; 715, p. 168; 716, p. 178; 717, p. 200; 718, p. 209; 719, p. 234; 720, p. 246 et 721, p. 259.

de la pompe à air de chaque unité. Ces dispositifs sont relativement peu coûteux; malgré cela peu de stations centrales en sont pourvues. Le moyen le plus simple pour obtenir ces données consiste à installer une soupape à deux voies sur la décharge de la pompe à air; une de ces voies est reliée à une conduite spéciale qui se rend à des réservoirs jaugés afin que la quantité d'eau provenant de chaque unité puisse être exactement déterminée au cours d'un essai.

Indicateurs de pression. — Les manomètres et les indicateurs de vide ne donnent lieu à aucune remarque. Les indicateurs de tirage, dans les stations utilisant le tirage forcé, ont plus d'importance que dans les stations utilisant le tirage naturel. Ce n'est qu'après de nombreux essais que l'on peut déterminer exactement le degré de tirage convenant le mieux, ainsi que la couche de combustible la plus avantageuse et enfin la vitesse convenable du chargeur mécanique.

Mesure de l'énergie débitée par la station. — Les wattmètres peuvent être placés soit sur les barres collectrices, entre les panneaux des feeders, sur chaque unité génératrice, soit sur chacun des feeders.

Ces instruments compliquent nécessairement l'installation du tableau de distribution, mais leur emploi est indispensable. Afin de pouvoir, sans modifier les connexions, contrôler la quantité d'énergie fournie par une génératrice quelconque, il semblerait rationnel d'installer ces wattmètres au départ des conducteurs de la génératrice.

Dans une station moderne, ce mode d'installation présente l'avantage d'exiger un nombre moindre de wattmètres que lorsque ces instruments sont placés sur chaque feeder.

Les indicateurs du facteur de puissance n'ont d'importance que lorsqu'il est nécessaire de contrôler le facteur de puissance, comme c'est le cas dans une station alimentant en même temps des moteurs synchrones et des moteurs d'induction.

Après avoir installé tous les appareils et instruments dont il vient d'être question, il convient d'avoir à sa disposition une résistance liquide servant à absorber l'énergie produite lors des essais. Cette résistance liquide doit pouvoir être reliée à l'aide de connexions fixes à l'une quelconque des génératrices.

En résumé, tous les appareils et instruments destinés aux essais doivent être installés d'une façon permanente, de manière à éviter tous les inconvénients que présente toute installation provisisoire.

CONCLUSION.

En exposant les principes généraux dont on doit s'inspirer en établissant le projet d'une station centrale et en donnant comme exemple certaines installations, les auteurs n'ont pas eu la prétention de passer en revue tous les détails que comporte une station, car quels que soient les efforts tentés par les constructeurs pour simplifier le problème, l'installation des machines et des appareils constitue néanmoins une tâche compliquée.

Les auteurs ont laissé presque entièrement de côté ce qui concerne l'installation des chaudières et les systèmes de canalisation. Ils ont évité complètement l'examen des différents organes des groupes électrogènes (tels que la chaudière, la turbine à vapeur et la dynamo), car c'est une question qui est plutôt de la compétence du constructeur que de celle de l'ingénieur chargé d'établir un projet. Ce dernier a pour mission de choisir, parmi les types de matériel de premier ordre, ceux qui répondent le mieux aux exigences de l'installation et de les grouper de la manière la plus économique. C'est seulement par la stricte observation de ce principe dans les différents détails que l'on peut satisfaire à la condition essentielle de dépenses de premier établissement peu élevées.

On a attiré l'attention sur des principes bien connus; mais les auteurs ont pour se justifier ce motif que le succès d'une exploitation de grande station centrale dépend uniquement de l'application de ces principes à tous les éléments du projet.

La fourniture économique de l'énergie électrique par des stations centrales est possible en Angleterre à cause de sa population relativement dense, alors qu'elle n'est plus aussi facile dans les mêmes conditions économiques en Amérique et dans l'Europe continentale, où les centres industriels sont très éloignés les uns des autres. Malgré de nombreux insuccès financiers survenus dans ces derniers temps, il est à prévoir que la situation presque unique existant en Angleterre aura, à l'avenir, une action efficace tant au point de vue industriel qu'au point de vue social.

MERZ et MAC LELLAN



DANGERS DU COURANT ÉLECTRIQUE

ET MOYENS DE LES ÉVITER

(*Suite*) (1).

Conditions dans lesquelles se produisent les contacts électriques. — Il sera donc bon d'examiner les conditions dans lesquelles des contacts électriques peuvent se produire :

Nous avons d'abord le cas du double contact, c'est-à-dire du contact simultané de deux conducteurs à des potentiels différents; c'est évidemment le plus dangereux, et c'est celui que nous avons supposé dans les calculs précédents. Les personnes les plus exposées à cet accident sont surtout les électriciens et les ouvriers chargés de travaux à proximité des conducteurs électriques nus; il est relativement rare qu'il arrive au personnel préposé au service des machines et moteurs ou à des personnes étrangères au service ou à l'installation électrique.

Le deuxième cas, qui peut se présenter et qui est de beaucoup le plus fréquent, est celui du contact unique par une personne placée sur un sol conducteur. Pour ce deuxième cas, nous pouvons faire trois hypothèses :

1° *L'installation est parfaitement isolée.* S'il s'agit de courant continu, la personne qui viendrait à toucher un conducteur sous tension faisant partie d'une installation à isolement parfait ne sentirait absolument rien, parce que, à part un courant de charge toujours très faible, il ne passera aucun courant à travers le corps. S'il s'agit de courants alternatifs, la condition de l'isolement parfait ne suffit plus; il faut, en outre, que la capacité du circuit soit nulle ou négligeable. Alors, ainsi que pour le courant continu, le point du circuit touché par la personne se met simplement au potentiel de la terre, c'est-à-dire au potentiel zéro. Malheureusement il est excessivement rare qu'une installation électrique quelque peu étendue soit parfaitement isolée, malgré tous les soins apportés à son montage et son entretien; et pour les courants alternatifs on ne peut négliger la capacité que dans les toutes petites installations et pour les faibles voltages. Cette première hypothèse est donc à écarter.

2° *L'installation est imparfaitement isolée ou présente une certaine capacité,* sans avoir de point franchement à la terre. Dans ce cas un courant traversera le circuit formé par le corps de la personne, la terre et les défauts d'isolement ou la capacité du ou des conducteurs de polarités différentes. La résistance d'isolement de ces derniers sera donc mise en série avec la résistance du corps et le danger sera plus ou moins atténué en proportion de la résistance d'isolement. Si l'isolement d'une installation est tel que le courant de perte à la terre soit toujours inférieur à 25 milliampères, nous pouvons admettre qu'un contact unique ne sera jamais dangereux, même si la résistance du corps humain est supposée avoir sa valeur minima.

La loi d'Ohm

$$R = \frac{E}{I} = \frac{E}{0,025} = 40\ E$$

nous indique que cette condition sera remplie si l'isolement, par rapport à la terre, exprimé en ohms, est supérieur ou égal à 40 fois le chiffre représentant la tension en volts. Ceci donne pour les tensions courantes de 120, 240 et 500 volts des isolements de 5000, 10 000 et 20 000 ohms. Ces valeurs sont assez faibles pour que l'on puisse les maintenir dans la plupart des installations qui ont la prétention d'être isolées et qui ne sont ni trop étendues ni montées dans des locaux trop mouillés. Toutes les réglementations visant les installations électriques imposent une résistance d'isolement minimum plus ou moins élevée, mais il est intéressant de constater que seuls les règlements anglais (l'arrêté du Board of trade) et belge, en ceci absolument semblables, indiquent une valeur limite de l'isolement basée directement sur les dangers de contact. Le paragraphe 10 du règlement anglais dit textuellement : « La résistance d'isolement d'un circuit complet, y compris tous les appareils qui y sont réunis..., doit être telle que si l'on met à la terre une partie quelconque du circuit à travers une résistance de 2000 ohms les pertes de courant ne dépassent pas 0,04 ampère, si le courant est continu, et 0,02 ampère, si le courant est alternatif. »

Cependant, le maintien de cet isolement minimum ne constitue une protection efficace que dans le cas du courant continu. Aussitôt qu'il s'agit de courant alternatif, les effets de la capacité entrent en jeu, et au courant de perte à la terre, par mauvais isolement, il faut ajouter (géométriquement) le courant de capacité dont la valeur numérique est

$$2\pi n\,CE\,10^{-6} \text{ ampères.}$$

Ce courant est donc proportionnel à la capacité C du réseau (c'est-à-dire sensiblement à son étendue) et au voltage de marche E.

Comme la capacité est une propriété essentielle et permanente des conducteurs, nous ne pouvons plus lui imposer de limites comme à la résistance d'isolement. Cependant, il convient de mentionner l'idée ingénieuse et originale de M. Georges Claude, qui a proposé, en 1893, d'augmenter l'impédance (ou résistance apparente) d'isolement des réseaux alternatifs en intercalant une self-induction entre les conducteurs et la terre. L'essai, unique à notre connaissance, de ce procédé, a été fait à l'usine

(1) Voir l'*Électricien*, n° 721, p. 266.

municipale des Halles, à Paris, où la résistance d'isolement du réseau était de 100 mégohms, et l'impédance d'isolement, due à la capacité, de 2000 ohms seulement.

Par l'application de bobines de self de 50 ohms de résistance ohmique, c'est-à-dire mettant le réseau littéralement à la terre, on put quadrupler l'impédanee d'isolement et l'amener à 8000 ohms.

Ce résultat, très intéressant, n'est cependant pas suffisant pour écarter le danger des contacts avec des conducteurs à haute tension, et d'autre part l'application des bobines de self exige un réglage très délicat, souvent impossible, quand la capacité du réseau est variable, et elle ne tient pas compte du courant de capacité dû aux harmoniques.

Cette hypothèse d'un isolement imparfait sans défaut direct est très acceptable pour des installations à des tensions relativement basses jusqu'à 5 ou 600 volts, mais elle ne l'est plus pour la haute tension. En effet, dans une installation à haute tension l'isolement est presque un état instable par le fait que, dans la plupart des cas, ainsi que nous le verrons plus loin, les corps conducteurs à proximité des conducteurs sous tension sont reliés à la terre. Il en résulte qu'en général, dans une installation à haute tension, tout défaut se traduit par une terre franche et que, par conséquent, l'isolement sera ou très bon ou nul. Il sera donc de la plus élémentaire prudence de ne pas compter sur l'isolement d'une installation à haute tension, dont la protection, quand il s'agit de courants alternatifs — et aujourd'hui la plupart des installations à haute tension sont à courants alternatifs — est d'ailleurs rendue absolument illusoire par suite de la capacité.

Nous en arrivons donc à considérer la *troisième hypothèse. L'installation a un isolement nul.* Comme nous venons de le voir, cette hypothèse s'impose dans toutes les installations à haute tension, car l'impédance d'isolement sera, en général, numériquement inférieure au minimum nécessaire pour constituer une protection, c'est-à-dire 40 fois la tension. Le cas de l'isolement nul se présentera également dans certaines installations à basse tension, comme par exemple les réseaux de tramways et les distributions à trois fils dans lesquelles on met intentionnellement un conducteur à la terre. Pour les tramways, cette mise à la terre est une conséquence du mode d'exploitation, et pour les réseaux à trois fils la mise à la terre du fil neutre a pour but d'empêcher des élévations anormales de la tension sur un des ponts et par suite la détérioration des appareils sensibles tels que les lampes à incandescence. Cependant, beaucoup de personnes prétendent que cette mise à la terre du conducteur d'équilibre, ou du point neutre dans les réseaux triphasés, diminue le danger des contacts en limitant la différence de potentiel des conducteurs par rapport à la terre. Pour le courant continu, où il existe une tendance naturelle du pôle négatif à se mettre à la terre, l'utilité de cette mesure paraît évidente, au moins pour les grands réseaux, tandis que pour les courants alternatifs ou triphasés, elle est pour le moins discutable, car par la mise à la terre permanente on remplace l'éventualité d'un défaut sur un des fils par la certitude du défaut au point neutre.

Cette troisième hypothèse, d'un isolement nul, est donc applicable dans un grand nombre de cas; elle ne comporte aucune atténuation du danger quand le contact se produit avec un conducteur sous tension, et elle est en ceci assimilable au double contact en tenant compte, toutefois, des différences de potentiel possibles entre le conducteur considéré et la terre.

Exemples d'accidents mortels à basse tension. — Maintenant que nous avons vu la possibilité d'accidents, même mortels, à des tensions relativement basses, il ne sera pas sans intérêt de rechercher si de tels accidents à basse tension sont réellement arrivés et s'ils sont fréquents.

Quoique les applications industrielles de l'électricité datent de vingt ans à peine, la liste de ses victimes est malheureusement déjà longue. Aucun pays n'a encore fait de statistique à ce sujet, mais on peut estimer au moins à 1000 le nombre des accidents dus au courant électrique, puisque, déjà en 1892, M. le docteur Francis Biraud évaluait ce nombre à 300. Dans cette longue liste funèbre, nous constatons cependant que les accidents à basse tension sont relativement rares. Parmi les accidents relatés ou mentionnés dans la littérature technique, seule source où nous ayons pu puiser, puisque les statistiques officielles font défaut (1), nous avons recherché les tensions les plus basses ayant donné lieu à des accidents mortels. Pour le *courant continu*, la limite inférieure semble être donnée par un accident arrivé, en 1899, dans la mine de Bockwa, en Saxe, à 300 volts (2). Un mineur, debout sur un wagonnet en fer, toucha avec la nuque un fil de trolley à 300 volts et fut tué sur le champ. Puis nous trouvons un accident mortel, arrivé, l'année dernière, à East London (Afrique du Sud), où une personne a succombé dans son bain en touchant un robinet qui avait 420 volts contre la baignoire. Les mines de Marles (Pas-de-Calais), qui emploient depuis plusieurs années la traction électrique dans certaines de leurs galeries, ont eu à déplorer deux accidents mortels à 475 volts. Le premier accident frappa un jeune ouvrier qui, voulant passer par-dessus les wagonnets, toucha avec le dos les deux conducteurs formés par des fers à double T. Le second eut lieu par suite de l'enclenchement intempestif du courant alors qu'un ouvrier tra-

(1) Il convient d'excepter la Suisse qui, depuis 1903, a une statistique officielle.

(2) Erhard. *Der elektrische Betrieb im Bergbau.*

vaillait à la ligne de contact; le malheureux était couché avec le ventre sur l'un des conducteurs et travaillait à l'autre; il fut tué par un simple enclenchement momentané (1).

Les accidents mortels à 500 volts continus, causés principalement par les tramways, ne sont pas rares, quoiqu'en nombre infime, par rapport aux contacts non mortels qui se produisent très souvent dans les exploitations de tramways. Il y a cependant lieu de se méfier de ces contacts dus, la plupart du temps, à l'inadvertance ou à la négligence.

Nous citerons encore deux cas mortels, relatés par M. Jamieson, qui se sont passés, presque simultanément, en février 1901, à Liverpool, et étaient dus à la chute des fils téléphoniques sur le fil de trolley (2).

Les victimes des *courants alternatifs* sont malheureusement beaucoup plus nombreuses, sans doute parce que la plupart des installations à haute tension emploient cette forme de courant, mais aussi parce qu'à tension égale, le courant alternatif est plus dangereux que le continu. Une tension alternative de 110 volts a déjà causé mort d'homme dans la mine Concordia, près d'Oberhausen (Prusse) (3). Dans une fabrique de potasse près de Prague, on a eu à déplorer, en janvier 1900, un accident mortel par un contact unique d'une installation triphasée de 190 volts. Les experts ont constaté tout de suite après l'accident que la tension entre le conducteur touché et la terre, c'est-à-dire dans le cas les cuves à potasse, ne dépassait pas 96 volts (4). Puis dans une sucrerie d'Oschersleben, quatre accidents mortels se suivirent, en 1897, dans l'espace de quelques mois. L'installation était en triphasé à 230 volts entre fils, mais pour trois au moins de ces accidents, on est presque sûr que la tension effective appliquée aux victimes était la tension simple de l'étoile (5). En 1902, à Fulham, près de Londres, une tension de 200 volts a fait deux victimes parmi les clients d'un établissement de bain (1). En 1900, un accident mortel est arrivé dans une fonderie de Vieux-Thann (Alsace), où un ouvrier fut foudroyé en touchant *à pleines mains* deux fils de trolley à 220 volts. Dans les mines de Carmaux, on a trouvé dans une galerie un ouvrier foudroyé gisant à côté d'une ligne à 240 volts. Enfin, la statistique de l'Inspectorat suisse des installations électriques mentionne deux cas mortels dus aux courants alternatifs à basse tension, dans le courant de l'année dernière (1903), l'un dans une fabrique de produits chimiques à 2×120 volts, et l'autre par le contact simultané de deux fils à 250 volts (2).

La funèbre liste des accidents s'allonge au fur et à mesure que la tension s'élève; à 500 volts déjà on cite de très nombreux cas. Dans les mines allemandes seules, 14 cas mortels sont connus à cette tension (3).

Pour clore cette énumération, il faut cependant constater avec satisfaction que, grâce aux diverses mesures de protection et grâce aux perfectionnements incessants apportés au matériel électrique, le nombre des accidents est bien loin de croître dans la même proportion que les installations électriques à haute tension.

Mentionnons encore en passant les accidents indirects dus à la basse tension, tels que des chutes d'échelles, et un contact avec une ligne à haute tension causé par une secousse de basse tension.

Les considérations précédentes sur la résistance et la sensibilité du corps humain, ainsi que les quelques exemples d'accidents que nous venons de citer, montrent que, pour avoir une sécurité absolue dans les installations électriques, il faudrait s'interdire de dépasser des limites de tension excessivement restreintes. Il est inutile de dire qu'une telle restriction aurait empêché complètement le développement de l'industrie électrique, et rendu la plupart des entreprises ou installations impossible. Il a donc fallu, dès le début de l'in-

(1) Dans ce dernier cas, la victime put encore quitter les conducteurs et proférer quelques paroles. Malgré cela, il a été impossible de la ramener à la vie par le traitement des asphyxiés, appliqué immédiatement, ce qui tendrait à prouver que, dans ce cas, la mort a eu lieu par paralysie du cœur et non par arrêt de la respiration.

Ces renseignements sur les accidents de Marles nous ont été obligeamment communiqués par M. G. de Place, ancien ingénieur des mines de Marles.

(2) *Elektrotechnische Zeitschrift* (1901).

(3) *Glückauf*, 1904, p, 107.

(4) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1900, p. 133.

(5) *Electrotechnische Zeitschrift*, 1897, p. 785. — Un de ces quatre accidents est arrivé à un ouvrier qui, après remplacement des charbons, remontait une lampe à arc. En arrivant au haut de la course, l'isolant qui séparait la lampe du câble du treuil se brisa par un choc et une dérivation traversa le corps de l'ouvrier qui se trouvait pieds nus sur un sol détrempé. Un autre de ces accidents a été produit par le contact d'un tuyau métallique qui contenait des conducteurs dont l'isolement était devenu défectueux. Le tuyau n'était pas mis à la terre.

(1) *Electricien*, t. XXV, p. 111. — Les baigneurs ayant encore les pieds dans l'eau s'étaient appuyés sur un tuyau métallique qui renfermait des conducteurs à 200 volts et qui, par un défaut d'isolement, avait communication directe avec ces conducteurs.

(2) *Bulletin technique des institutions de contrôle de l'Association suisse des électriciens* (*Schweizerische elektrotechnische Zeitschrift*, 1904, p. 200). — Le premier de ces deux accidents est arrivé à un ouvrier qui, debout sur une planche détrempée formant couvercle d'un réservoir métallique d'eau de chaux, a saisi la douille à vis, non couverte, d'une lampe à incandescence branchée sur un réseau à 2×120 volts. Le fil d'équilibre n'était pas à la terre et on a relevé entre la douille et la planche mouillée où se trouvait l'ouvrier une tension de 120 à 150 volts. Le second cas est également arrivé dans un réseau de 2×125 volts où un maçon occupé à crépir une maison saisit *à pleines mains* les deux conducteurs extrêmes à 250 volts.

(3) Erhard *loc. cit.*

dustrie électrique, compter avec des tensions dangereuses pour la vie des hommes, et il est tout naturel que les législateurs, les autorités ou les sociétés d'électriciens se soient occupés des risques de ces installations, et aient songé à édicter des lois et des prescriptions.

Des règlements de ce genre représentent presque toujours, soit une restriction dans le choix du matériel et une augmentation du prix de l'installation, soit une gêne dans l'exploitation et dans l'usage de l'installation.

Nous avons vu, précédemment, tant par nos raisonnements que par les exemples cités, qu'aux très basses tensions les accidents mortels ne se produisent que dans des conditions particulières, où la résistance du corps humain est diminuée. En effet, presque tous les accidents à très basse tension ont eu lieu, soit dans des locaux humides ou mouillés (fabrique de potasse, sucrerie, établissements de bains, mines), soit par suite de contacts à grande surface.

Donc, en exceptant les locaux humides, où les personnes qui y sont occupées sont mouillées et où la résistance ohmique du corps humain est très réduite, on pourra, pour le cas général, tracer la limite de tension à partir de laquelle on exige des précautions spéciales, juste au-dessous des valeurs pour lesquelles les accidents deviennent plus fréquents et peuvent arriver sans le concours de circonstances spéciales. Nous pensons que cette limite, que l'on prend souvent comme séparation entre la haute et la basse tension, se trouve entre 4 et 500 volts pour le courant continu et entre 200 et 250 volts pour les courants alternatifs.

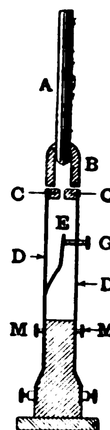
Victor KAMMERER,
Ingénieur du service électrique de l'Association alsacienne.

(A suivre.)

NOUVEAU CONTACT MAGNÉTIQUE

M. J.-C. Shedd décrit, dans *Physical Review*, un nouveau contact pour commande d'horloges électriques qu'il a imaginé et qui est plus sûr que le contact à mercure et plus facile à réparer que le contact mécanique ordinaire.

A est l'extrémité inférieure du pendule régulateur, B est un aimant permanent construit avec 42 lamelles aimantées séparément et assemblées. Cet aimant a 36 mm² de surface polaire (6 × 6 mm), une hauteur de 25 mm; la distance entre les pôles est de 11 mm. CC sont les armatures en fer doux laminées ayant 9 × 6 × 5 mm. Ces armatures sont montées sur les ressorts DD dont la position peut être ajustée à l'aide des vis MM. Le point de contact E consiste en une pointe de platine venant en contact contre une petite plaquette en or. Ce contact est réglable à l'aide de la vis G. Le jeu



entre l'aimant et les armatures est de 1 mm environ. L'aimant B a son plan perpendiculaire à celui dans lequel se meut le pendule.

A. B.

A TRAVERS LES BREVETS

342.824. — Emanuel Morck. — **Procédé et dispositif pour éliminer l'action variable de freinage produite par la bobine à courant principal dans les compteurs électriques du type de Ferraris.**

Dans un compteur à courant alternatif basé sur le principe de Ferraris, le nombre de tours de l'induit ou rotor est, comme on le sait, donné par la formule

$$n = \frac{E\,p\,I\,\cos\varphi}{C_1 + C_2\,E^2\,p + C_3\,I^2} \quad (1)$$

dans laquelle $EpI \cos\varphi$ est le travail du courant alternatif, C_1 le freinage, ou l'amortissement par l'aimant permanent C_2E^2p le freinage ou amortissement dû à la bobine de tension, C_3I^2 l'amortissement ou freinage dû à la bobine de courant, dans le cas où le frottement est exactement compensé, la fréquence constante et les champs magnétiques sont propor- tionnels à Ep et à I.

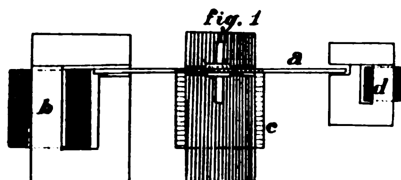
Si Ep et $\cos\varphi$ sont constants, l'équation (1) devient la suivante :

$$n = \frac{Ia}{a' + b'I^2} \quad (2),$$

si l'on fait varier I, n devrait varier dans les mêmes proportions afin d'enregistrer une consommation en watts exacte. Ceci n'est pas le cas, ainsi que le montre l'équation (2); car, tandis que le numéra-

teur de la fraction augmente linéairement avec I, le dénominateur qui devrait être constant augmente avec le carré de I dans le second facteur, c'est-à-dire que le coefficient de proportionnalité entre le nombre de tours de l'induit ou rotor et la consommation de watts diminue lorsque I augmente.

On a tenté de compenser cette chute ou dimi-



nution en déformant le champ du courant ou en laissant agir, conjointement avec la bobine du courant principal, une bobine auxiliaire dépendant du courant principal. On obtenait ainsi un couple additionnel proportionnel à I^2 et on a alors

$$n = \frac{Ia + b'I^2}{a' + b'I^2} I = \frac{a + b'I}{a' + b'I^2} \quad (3).$$

Il résulte de ces formules qu'un compteur de ce genre n'a pas de véritable constante, car le facteur I dans l'équation (3) n'est point constant.

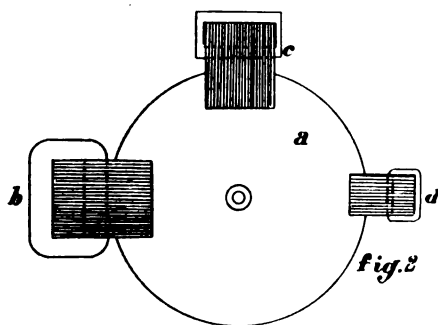
Le but de la présente invention est d'obtenir un compteur ayant une véritable constante en créant un couple additionnel qui croisse exactement ou aussi exactement que possible avec I^2.

L'équation (2) devient alors :

$$n = \frac{aI + bI^3}{a' + b'I^2} = I \frac{a + bI^2}{a' + b'I^2} \quad (4).$$

Le facteur I dans cette équation (4) est alors constant pour toutes les intensités de courant, lorsqu'on s'arrange pour que l'on ait $\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'}$ ce que l'on peut arriver à faire sans difficulté.

On peut, par exemple, obtenir un couple addi-



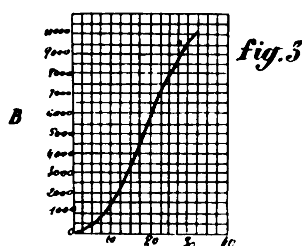
tionnel qui croisse avec I^3 par exemple en faisant agir sur l'induit, conjointement avec la bobine de courant principal, munie d'un noyau de fer, cette dernière ayant une courbe d'aimantation autant que possible du 2e degré.

Les figures 1 et 2 du dessin ci-joint montrent une élévation de ce genre en élévation et plan; *a* est l'armature, *b* est la bobine en dérivation, *c* la bobine du courant principal, *d* la bobine auxiliaire avec fer; celle-ci doit posséder un magnétisant aussi quadratique que possible.

La figure 3 représente une courbe d'aimantation de ce genre pour une sorte de fer déterminé, tandis que les cercles représentés appartiennent à une courbe du 2e degré.

La concordance est comme on le reconnait presque complètement jusqu'à = 9000.

d et *c* agissent simultanément sur le rotor avec cette seule condition qu'il existe entre les deux champs de ces bobines un déphasage.



La conformation appropriée de *d* ainsi que le réglage de grandeur du couple auxiliaire pour un I déterminé pourra avoir lieu de diverses manières.

Communiqué par l'office Henri Boettcher pour la prise et l'obtention des brevets d'Invention en tous pays, 14, boulevard Saint-Martin, Paris.

BIBLIOGRAPHIE

L'ozone et ses applications industrielles, par H. DE LA COUX, ingénieur-chimiste, inspecteur de l'enseignement technique au ministère du commerce. — Un volume, format 245 × 160 mm, de 557 pages avec 159 figures. Prix : broché, 15 fr; cartonné, 16,50 fr. (Paris, Veuve Ch. Dunod, éditeur.)

L'ouvrage de M. de la Coux est, croyons-nous, le premier travail d'ensemble publié sur la question si intéressante de l'ozone, ses applications industrielles étant déjà très nombreuses.

L'ozone a été étudié d'abord par les chimistes, puis par les électriciens; depuis une quinzaine d'années, à mesure que ses propriétés étaient plus connues et ses applications plus nombreuses, il a été l'objet de patientes recherches avec des alternatives de succès et d'insuccès, donnant lieu à de nombreuses controverses et discussions. Cette première étape est aujourd'hui franchie et il était intéressant de réunir en un volume

les nombreux documents disséminés dans les revues techniques et dans quelques rares ouvrages. Pour mener à bien ce travail, c'est-à-dire pour rédiger un véritable traité sur l'ozone, il fallait, être à la fois excellent chimiste et bon électricien. Ce travail difficile n'a point effrayé M. de la Coux qui, du reste, a su le mener à bien.

L'auteur, après avoir fait connaître l'ozone, son rôle physiologique et thérapeutique, étudie ses méthodes de préparation, en s'arrêtant aux considérations qui influent sur le rendement, conformément aux principes économiques. Les nouveaux générateurs industriels d'ozone sont aussi examinés.

Des actions remarquables au point de vue chimique sont exercées par l'ozone; certaines d'entre elles sont utilisées dans la préparation de produits particuliers, l'auteur nous les fait connaître. Sur les microbes, l'ozone agit énergiquement, la stérilisation de l'eau, de l'air et des matières diverses en sont la conséquence; chacun de ces sujets a été l'objet d'un développement spécial où l'on trouve une étude complète des procédés et des installations de stérilisation des eaux. Vient ensuite un examen approfondi de l'emploi de l'ozone dans le traitement des eaux-de-vie, des spiritueux, des vins, dans la fabrication du vinaigre, en brasserie, en cidrerie, en distillerie et en sucrerie.

Le blanchiment des fibres textiles, tissus, pâtes à papier, pailles, cires, os, plumes est longuement décrit, de même que l'emploi de l'ozone en amidonnerie, en féculerie et dans les fabriques de dextrines. Après avoir passé en revue l'usage de l'ozone dans les fabriques d'huiles, de graisses, de savons, de vernis, de laques et de dégras, il est fait une étude détaillée de l'ozone dans la préparation des parfums et des matières colorantes et en teinturerie.

L'auteur examine ensuite l'action de l'ozone en sériciculture, dans le vieillissement des bois, en blanchisserie, dans la désinfection et la stérilisation du linge et des tissus, en photographie et dans d'autres applications. Enfin l'analyse, si utile dans le contrôle des opérations, a été très complètement traitée au point de vue qualitatif et quantitatif.

En résumé, l'éditeur vient d'ajouter à sa collection d'ouvrages relatifs à l'électricité un livre important et des plus interessants sur un sujet généralement peu connu des électriciens.

-∞-

Manuel pratique de polissage et de dépôts galvaniques (nickelage, cuivrage, laitonisage, dorure, argenture, etc.), par Jean Loubat et Louis Weill. 2e édition revue et considérablement augmentée. — Un volume, format 185 × 120 mm, de 246 pages avec figures. Prix : 4 fr. (J. Loubat et Ce, éditeurs.)

La première édition de cet ouvrage, ayant été épuisée depuis un certain temps, les auteurs ont complètement revu leur premier travail et l'ont soigneusement complété dans cette deuxième édition.

Ce travail comporte deux parties distinctes : le polissage et les dépôts galvaniques.

Dans la partie relative au polissage, ne comportant pas moins de sept chapitres, on trouve d'abord la description de l'outillage nécessaire : machines à meuler, tours et tourets à polir, meules, brosses, etc,; des indications pratiques sur les produits servant au polissage et sur la préparation de l'outillage constitue un guide précieux complété par la description des opérations du polissage des objets en fer, fonte, acier, cuivre et zinc.

La seconde partie, de beaucoup la plus importante comme développement, expose d'abord, dans les chapitres VIII à XV, les propriétés du nickel et de ses sels ainsi que la composition des bains de nickelage. Avant de passer à la description des opérations proprement dites, les auteurs donnent des renseignements pratiques sur le courant électrique, sur les piles, les dynamos et les accumulateurs utilisés dans cette industrie spéciale, sur les instruments de mesure électrique et enfin sur l'outillage nécessaire pour effectuer le dégraissage et le lavage des objets à traiter.

Les cinq chapitres XVI à XX traitent des opérations du nickelage et donnent la description des différents procédés actuellement usités.

Les procédés de laitonisage, de dorure et d'argenture, sont exposés dans les chapitres XXI, XXII et XXIII.

Enfin les deux derniers chapitres sont consacrés, l'un aux différents procédés de vernissage et l'autre à l'émaillage.

Cet ouvrage éminemment pratique constitue un guide précis pour tous ceux qui s'adonnent aux opérations de ce genre.

-∞-

Fortschritte der Elektrotechnick *(Les Progrès de l'électrotechnique)*, par le docteur Karl Strecker. 4e fascicule de l'année 1903. — Un volume, format 245 × 165 mm, de la page 877 à la page 1264. Prix : 11 mark (Berlin, Julius Springer, éditeur.)

Cet intéressant recueil continue très régulièrement sa publication depuis déjà dix-sept ans et sa collection constitue certainement le répertoire le plus complet de tout ce qui a été publié sur l'électrotechnique, soigneusement classé, de manière à faciliter les recherches. Il n'est pas d'ouvrage plus utile à consulter lorsqu'on a une question à étudier, car on obtient ainsi rapidement tous les renseignements nécessaires.

CHRONIQUE

Comparaison des influences exercées par un courant continu et un courant alternatif à haute tension sur des isolateurs.

On lit dans la *Schweizerische Bauzeitung :*

« La Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique de Genève s'est livrée à des expériences comparatives pour déterminer quels sont les effets respectivement exercés par du courant continu et du courant alternatif à haute tension sur des isolateurs. A cet effet, on a utilisé le courant continu fourni par trois dynamos montées en série, dont deux présentaient chacune une tension de 25 000 volts aux bornes, et la troisième une tension de 20 000 volts, avec une intensité maximum de 1 ampère, ce qui donnait une puissance de 60 à 70 kw. Quant au courant alternatif, on l'a emprunté à une génératrice développant une puissance de 75 kw avec 50 périodes. On a alors constaté que les isolateurs supportaient le courant continu sous une tension bien plus élevée que celle du courant alternatif. De plus, on n'a

remarqué aucun échauffement dans les isolateurs soumis à l'action du courant continu. Avec un courant continu sous 25 000 volts, on n'est point parvenu à percer des isolateurs ordinaires employés en télégraphie. Du verre de 0,3 mm d'épaisseur a supporté sans avarie une tension de 25 000 volts, et du verre à vitre ordinaire est demeuré indemne, bien que soumis à une tension de 60 000 volts. Ces expériences amènent à conclure qu'il serait pratiquement et économiquement possible de transporter du courant continu sous une haute tension à une distance double de celle réalisée avec du courant triphasé; par exemple, en sacrifiant 10 0/0 pour les pertes et en utilisant 30 kg de cuivre par cheval à transporter, on parviendrait à transporter du courant continu à une distance de 338 km. » — G.

Le Zimalium.

Le *Mechaniker* signale un nouvel alliage qui a reçu le nom de *Zimalium*, et qui s'obtient en ajoutant à l'aluminium de petites quantités de magnésium et de zinc. Cet alliage a un poids spécifique variant entre 2,65 et 2,75. Il est plus dur que l'aluminium et se laisse mieux travailler. La résistance à la traction des tôles de zimalium est de 25 à 35 kg par mm², c'est-à-dire le double de la résistance de l'aluminium. Les fils du même alliage supportent une charge de 30 à 37 kg et ont une extensibilité s'élevant jusqu'à 10 0/0; ils se comportent comme les fils de laiton. La fonte de zimalium peut se limer, forger, fraiser et raboter sans difficulté; sa résistance à la traction est de 20 à 25 kg par mm² lorsqu'elle a été soumise à un brusque refroidissement. Cet alliage n'offre pas une résistance aussi grande aux actions chimiques et présente une conductibilité électrique moindre que celle de l'aluminium; par rapport à ce dernier corps, son prix de revient est de 10 à 12,50 0/0 moins élevé. — G.

Essais de traction électrique, avec du courant alternatif monophasé sur un chemin de fer suédois.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* rapporte que le gouvernement suédois vient d'autoriser la construction d'une usine centrale et d'une voie ferrée spéciale, en vue d'essais de traction électrique, avec du courant alternatif. Ces essais devront commencer au printemps prochain. L'usine, que l'on construit à proximité de Tomteboda, contiendra 2 turbines Laval à vapeur, avec des génératrices directement accouplées et donnant du courant alternatif monophasé à 15-20 périodes, ainsi que des transformateurs pour des tensions de 3000 à 20 000 volts. Des deux locomotives électriques destinées à assurer le service, l'une a été commandée à la Compagnie Westinghouse et l'autre à la Société Siemens-Schuckert. La première de ces locomotives portera deux essieux actionnés par des moteurs en série; la seconde trois essieux moteurs. Le réglage de la vitesse se fera sur les locomotives mêmes, pourvues à cet effet de transformateurs, grâce à une variation de la tension du courant alimentant les moteurs. En outre, la société « Allgemeine Elektricitäts » de Berlin doit fournir un train, pour voyageurs, composé de quatre voitures à 4 essieux. Deux de ces véhicules recevront chacun deux moteurs Winter-Eichberg, pour du courant à 25 périodes sous 6000 volts. Ces voitures, éclairées et chauffées électriquement, porteront des freins continus à vide. On n'a pas encore fait choix du mode de canalisation qui sera employé. — G.

La culture de la gutta-percha.

Dans une étude étendue et documentée sur la gutta-percha (régions d'origine, extraction et préparation), récemment publiée par la *Gummi-Zeitung*, nous relevons les observations ci-après à propos de la culture et de l'exploitation rationnelles des arbres qui produisent cette substance :

Les frais de premier établissement sont élevés et l'on ne peut compter sur un revenu immédiat; mais le rendement ne laisse pas de devenir rémunérateur au bout d'un certain temps. En effet, dès la quatrième année, l'arbre donne 0,5 kg de gutta-percha et ensuite sa production augmente de 0,5 kg chaque année. Une plantation actuellement existante, faite à titre d'essai et contenant une trentaine d'arbres, a déjà remboursé, au bout de douze ans et six mois, environ 60 0/0 du capital consacré au premier établissement. Ce chiffre suffit pour faire constater que la culture de la gutta-percha est l'une des plus rémunératrices auxquelles on puisse se livrer sous les tropiques. — G.

La traction électrique au Mexique.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* nous apprend que la compagnie « Mexican Railway » se propose d'introduire la traction électrique sur tout un réseau qui dessert la région de Mexico à la Vera-Cruz et qui a un développement de 420 km. L'administration du chemin de fer précité compte réaliser ainsi, en raison du prix élevé du charbon au Mexique, une économie annuelle de 500 000 dollars. — D'autre part, M. Benjamin Barrios, de Mexico, a obtenu du gouvernement la concession d'un chemin de fer électrique entre Mexico et Puebla (132 km). Cette dernière ligne doit être construite, bien que M. Barrios conserve sa concession, par un syndicat de financiers allemands. — G.

Production économique de l'énergie électrique à la ville et à la campagne.

M. Stanislas Ferrand, ancien député de la Seine, a fait, le dimanche 16 octobre 1904, à l'Ecole d'électricité de la rue Violet, une conférence des plus intéressantes, de laquelle nous allons extraire les passages essentiels.

Le conférencier envisage d'abord l'hypothèse des localités possédant des forces naturelles.

« Dans ce cas, dit-il, deux solutions sont offertes :

« 1° La commune exploitera la force naturelle, la transformera en énergie et la distribuera aux consommateurs;

« 2° La commune, pour des raisons diverses, n'exploitera pas : c'est alors une collectivité de consommateurs qui pourra utiliser cette force en électricité.

« Et, encore, je ne traiterai pas ici de l'aménagement des chutes puissantes dénommées « la Houille blanche ». Je ne m'occuperai que des petites forces qui abondent dans notre pays : ruisseaux, cours d'eau non navigables et cours d'eau navigables qu'on peut aménager au moyen de barrages.

« Ces forces sont inépuisables, puisqu'elles peuvent servir indéfiniment et sans usure.

« On sait, en effet, que l'article 644 du Code civil permet à tout riverain d'un cours d'eau courante, — que ce soit la commune ou un particulier, — de disposer de la totalité du débit, s'il est propriétaire des deux rives, et de la moitié seulement si une seule rive lui appartient, à charge de rendre l'eau à l'aval de sa propriété, sans gonflement du niveau. L'utilisation du courant, au moyen d'une roue hydraulique, n'exigera aucune autorisation : mais le barrage est la formule la plus efficace. Il permet, en effet, d'obtenir une chute qui deviendra la source productrice et puissante de la force.

« Je m'empresse de dire qu'un barrage ne peut être construit, même par une commune, qu'en vertu d'une autorisation préfectorale rendue après deux enquêtes réglementaires, l'une de vingt jours et l'autre de quinze.

« L'enquête est indispensable pour établir que le barrage, en relevant le niveau des eaux, ne nuira pas à des intérêts publics ou particuliers; mais il va de soi que, pour éviter toute opposition, l'emplacement de l'ouvrage doit être choisi de telle façon que l'autorisation ne puisse être refusée.

« D'ailleurs, l'article 11 de la loi du 8 avril 1898 a réglé d'une façon très libérale les moyens d'obtenir ce genre d'autorisation.

« Nous devons donc admettre l'hypothèse de l'autorisation accordée et du barrage établi.

« Dans ce cas, l'aménagement de la chute, au moyen de turbines et de dynamos, est trop connu pour que j'en fasse devant vous la description.

« Tout ce que je peux dire, c'est que, dans la généralité des cas, la force ainsi produite peut permettre de distribuer, à prix de revient, le cheval-heure à moins de 4 centimes, y compris l'amortissement et l'intérêt des capitaux engagés, ce qui correspond approximativement au prix de 0,008 fr. l'hectowatt.

« Evidemment, ces chiffres n'ont rien d'absolu et, forcément, ils varient selon les circonstances. Il faut tenir compte, en effet, de l'importance des travaux de barrage, de l'intensité plus ou moins grande des agglomérations à desservir; mais ce chiffre de 0,008 est un chiffre moyen qui, dans la plupart des cas, ne sera pas dépassé. »

Examinant ensuite le cas où la localité ne possède pas de forces naturelles, le conférencier s'exprime ainsi :

« Les localités sans forces naturelles sont rares en France. Quand elles n'existent pas dans la commune à desservir, on les trouve à proximité. Et comme le transport de la force peut se faire avec un rendement supérieur à 75 0/0, on peut presque dire qu'aucune agglomération urbaine, ou rurale, n'est dépourvue de forces naturelles et même de vieux moulins abandonnés ou en chômage. Et quand on pense que 75 litres d'eau, tombant, par seconde, de 1 m de hauteur, équivalent à un cheval-vapeur, on peut affirmer comme une vérité que, partout, en France, l'énergie électrique est à la disposition de ceux, — communes ou particuliers, qui voudront se la procurer.

« Mais il peut arriver que pour des motifs spéciaux, l'utilisation d'une force naturelle ne puisse être faite.

« Dans ce cas, je dois indiquer les moyens pratiques et économiques de résoudre, cependant, le problème de l'énergie électrique à bon marché. Il consiste dans la construction d'une usine à vapeur, ou établissement de gazogènes à gaz pauvre, à pétrole ou à essence et de moteurs appropriés.

« Jusqu'à présent, j'ai raisonné comme si le service de l'énergie électrique était exploité par une commune.

« Je vais maintenant me placer dans l'hypothèse d'exploitation par des associations mutuelles.

« Et, tout de suite, j'affirme, pour celles-ci, mes préférences ».

(Ici, M. Stanislas Ferrand a montré à quelles nombreuses formalités et à quelles lenteurs les communes seraient exposées, si elles voulaient produire elles-mêmes l'éclairage public et particulier. Il a fait un tableau très suggestif de la série de difficultés que notre régime administratif oppose aux initiatives communales).

« ... La mutualité de consommateurs d'électricité est préférable à tous autres systèmes; et il arrive justement que nos lois, si ordinairement contraires à l'expansion des initiatives privées, se prêtent admirablement, dans ce cas, à la libre constitution des associations ayant pour objet la production de l'énergie électrique.

« C'est ainsi que la loi du 22 décembre 1888 sur les Syndicats agricoles et urbains permet la constitution d'associations libres ou autorisées, ayant pour objet l'exécution d'ouvrages ayant caractère d'intérêt public.

L'Association se constitue librement lorsqu'elle réunit la totalité des personnes intéressées à l'entreprise. Au contraire, elle est soumise à l'autorisation préfectorale lorsque, pour l'exécution de son objet social, elle a besoin de recourir à l'expropriation publique. Dans ce dernier cas, le travail qu'elle exécutera doit lui-même être décrété d'utilité publique, par décret rendu en Conseil d'Etat.

Telles sont, *grosso modo*, les formalités à remplir par un Syndicat de particuliers, lorsqu'il s'agit pour celui-ci de recourir à l'expropriation de propriétaires et locataires non consentants. Mais on comprend que, dans le cas où je me place, d'un Syndicat organisé pour la production de l'énergie électrique, il n'y a pas à prévoir la nécessité d'expropriation publique.

« Alors, l'Association est libre de se constituer, sans autorisation, par le seul fait d'une déclaration au préfet du département.

« Ainsi formée, elle peut, en quelques jours, être pourvue de toutes les capacités légales et juridiques attachées à la personne civile. Elle peut acquérir, construire, emprunter, engager ses ressources comme remboursement de ses emprunts. Et, faculté plus précieuse encore, elle peut faire opérer ses recettes, — pour ainsi dire comme taxes publiques, — par le percepteur.

« On voit donc quelle absolue sécurité un Syndicat, constitué conformément à la loi du 22 décembre 1888, offre aux établissements de crédit, ou aux souscripteurs désireux de prendre part à la formation du capital.

« J'ajoute que la Caisse des dépôts et consignations est autorisée à prêter directement aux Syndicats les capitaux nécessaires à leur objet social, à des taux généralement inférieurs à 3,80 0/0. »

(*A suivre.*)

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

PARIS. — [illegible]. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.*

GRANDEURS ET UNITÉS ÉLECTRIQUES

Le système d'unités actuellement en usage a été établi après de nombreuses et laborieuses discussions entre les savants de tous les pays. Le congrès qui a suivi l'exposition internationale d'élecde 1881 avait recommandé l'usage d'un système électro-magnétique pratique, établi sur les bases étudiées par l'Association Britannique.

Une conférence internationale réunie à Paris en 1882 et en 1884 fut chargée de fixer la valeur des unités fondamentales. Les valeurs qu'elle choisit furent considérées, par la conférence ellemême, comme provisoires, leur définition ne fut adoptée que pour une une durée de dix années.

Le congrès de 1889 tenu à Paris après l'Exposition universelle complétait la liste des unités en y adjoignant le joule, le watt et le quadrant pour l'électricité, la bougie décimale pour la lumière.

En 1892, l'Association Britannique proposa trois étalons pour représenter pratiquement les unités de résistance, d'intensité et de force électromotrice; une colonne de mercure pour la première, le dépôt électrolytique de 0,001118 gramme d'argent pour la deuxième et les $\frac{1000}{1434}$ de la force électromotrice de l'élément Latimer Clark pour la troisième.

Le congrès de Chicago de 1893 donna son approbation à toutes les décisions antérieures. Le gouvernement français crut devoir alors, dans l'intérêt de l'industrie, faire un effort pour imposer un système qui avait reçu l'approbation des savants du monde entier et par un décret du 25 avril 1896 il le rendait obligatoire dans tous les marchés et contrats passés, pour le compte de l'Etat, dans toutes les communications et tous les cahiers des charges des services publics.

Malgré son caractère légal et international, ce système n'a pas satisfait unanimement les industriels. Il est certain qu'il se prête mal à la mesure des champs magnétiques et à l'expression de l'induction. On a dû conserver l'unité C. G. S., le gauss, car l'unité pratique a une valeur beaucoup trop faible. Pour une partie de l'industrie très importante, pour la construction des dynamos, ce système est donc inapplicable. D'autre part, les savants ont toujours conservé, pour des raisons de commodité, le système électrostatique C. G. S. pour leurs travaux sur l'électrostatique.

Le système pratique a certainement un inconvénient grave : celui d'admettre comme unités mécaniques des grandeurs qui comme le joule sont différentes des unités mécaniques l'erg, par exemple. Il impose donc une deuxième unité pour mesurer une même quantité de travail. Il en résulte une certaine confusion. Aussi la Société des électriciens a-t-elle crû devoir émettre le vœu que les nouveaux noms à adopter pour les unités non encore dénommées soient donnés aux seules unités C. S. G.

La question a dû se discuter à Saint-Louis et la réunion de ce récent congrès international donne un regain d'actualité au problème de la fixation des unités.

Nous avons pensé être agréable à la plupart de nos lecteurs en leur rappelant l'origine du système actuellement en usage et les bases scientifiques sur lesquelles il repose.

Nous donnons ci-dessous une leçon professée sur les grandeurs et unités électriques à l'Ecole professionnelle des Postes et des Télégraphes par notre collaborateur M. Devaux-Charbonnel et nous espérons qu'on nous saura gré d'avoir appelé un moment l'attention sur quelques considérations philosophiques simples, comme l'origine et la légitimité du choix des grandeurs usuelles, considérations que nous perdons bien souvent de vue au milieu du souci des affaires et des besoins de la pratique. N. D. L. R.

Au fur et à mesure de leur découverte, les phénomènes électriques ont été rapprochés de ceux présentés par l'attraction universelle et l'hydraulique. Les analogies qu'on a cherché à établir ont été l'origine du choix des grandeurs fondamentales et de leur dénomination. Nous allons le montrer en passant succinctement en revue les principales d'entre elles et les phénomènes auxquels elles correspondent.

Attraction électrique. — Ces phénomènes sont les plus anciennement connus; il paraît que le mot *électricité* provient du mot grec *électron* qui signifie ambre, parce que Thalès de Milet avait remarqué, 600 ans avant notre ère, que cette substance acquiert par le frottement la propriété d'attirer les corps légers. Ces mêmes faits observés dans des temps plus modernes devaient amener Coulomb à songer à la gravitation universelle. Le rapprochement était hardi; il n'allait pas moins qu'à reconnaître à l'électricité la qualité principale de la matière, la masse, à assimiler même sa substance complètement à celle de la matière en la soumettant à la loi générale d'attraction; et l'expérience lui donnait raison. Sa fameuse loi, qui exprime la force exercée entre deux masses Q et Q′ placées à une distance l,

$$F = k\frac{QQ'}{l^2}$$

se trouvait vérifiée d'une façon très satisfaisante par sa balance et de là découlait la notion de la première grandeur électrique définie d'une façon précise, la *quantité*, et mesurée par l'attraction qu'elle exerce sur une grandeur de

même nature située à une distance connue.

Courant électrique. — Les phénomènes qu'on observe quand on réunit par un fil conducteur deux corps dont l'un au moins est chargé d'électricité ont permis, par assimilation aux lois de l'hydraulique, d'établir la notion des autres grandeurs fondamentales.

Il a paru tout d'abord que cette nouvelle matière qui jouissait de la propriété de passer d'un corps à un autre au travers des conducteurs, pouvait être assimilée à un fluide circulant à travers une canalisation. De là, la notion de débit qui se rattache à celle de quantité d'une manière fort simple, car le débit n'est autre chose que la quantité qui s'écoule pendant l'unité de temps. On donna à cette grandeur le nom *d'intensité* du courant (au lieu de débit) et elle se trouva immédiatement liée à la quantité par la relation bien connue qui est due à Faraday.

$$Q = IT$$

Cette relation fut la conséquence d'expériences qui montrèrent que dans un circuit parcouru par un courant permanent, l'intensité (mesurée par l'activité chimique du courant, c'est-à-dire par le poids des électrolytes décomposés) est constante en tous les points du circuit.

Ayant ainsi admis que le courant était produit par la circulation d'un fluide, il était naturel de penser que le mouvement du fluide était dû à l'existence d'une force motrice analogue à la différence de niveau pour les liquides ou à la pression pour le gaz et que, d'autre part, il devait être gêné au passage à travers les corps conducteurs par une circonstance assimilable au frottement et qu'on appela la *résistance*. Des expériences répétées en Allemagne et en France amenaient à la célèbre formule qui porte le nom d'Ohm

$$I = \frac{E}{R}$$

et qui exprime que le courant à travers un corps est proportionnel à la *force électromotrice* du courant et inversement proportionnel à la *résistance* des corps.

En même temps le phénomène de l'échauffement des conducteurs, traversés par un courant, portait à admettre que le frottement éprouvé au passage absorbait de l'énergie, que cette énergie perdue dépendait à la fois de la force électromotrice

$$E = RI$$

et de la quantité

$$Q = IT$$

d'électricité qui avait passé, d'où l'équation d'équivalence proposée par Joule entre la chaleur dégagée et le produit de Q par E.

$$W = RI^2T$$

Enfin le fluide électrique devait jouir de la propriété des gaz, de pénétrer dans les corps qui le reçoivent, suivant leur contenance et proportionnellement à sa propre pression.

D'où l'expression

$$Q = CE$$

qui introduit une nouvelle grandeur, la *capacité*, définie par le rapport qui existera entre la quantité d'électricité que pourra recevoir un corps et la tension de cette électricité.

Voilà donc, résumée d'une façon aussi sommaire que possible et sans souci de l'ordre chronologique, la série des phénomènes qui amenèrent à la conception des grandeurs fondamentales considérées en électricité. Nous devons ajouter un fait d'une importance capitale. C'est que l'expérience révéla de bonne heure que les phénomènes électriques ne formaient pas dans la science un domaine à part et nettement séparé des voisins. Œrstedt avait fait voir que le courant agissait sur les aimants, c'est-à-dire sur les masses magnétiques dont l'existence avait été admise par Coulomb, par assimilation de la cause et de la loi des attractions magnétiques à celle des attractions électriques.

$$F = k'\frac{mm'}{l^2}$$

Laplace proposa une formule que l'expérience vérifia pour exprimer la force qui s'exerce entre un élément ds de courant I et un pôle magnétique m à une distance r, la droite qui les joint faisant un angle α avec la direction ds.

$$F = \frac{mI ds \sin \alpha}{l^2}$$

On y trouve la proportionnalité de cette force à la longueur de l'élément, à l'intensité du courant, à la masse magnétique du pôle, ce qui est assez naturel; l'inverse du carré de la distance est imposé par l'analogie avec la gravitation et $\sin \alpha$ montre que l'élément du courant ne produit aucun effet lorsque le pôle est situé sur son prolongement.

Cette dépendance mutuelle des phénomènes

électriques et magnétiques va nous permettre tout à l'heure d'expliquer les difficultés qu'on a rencontrées quand on a voulu faire choix d'un système d'unités. Mais avant d'aller plus loin, nous résumerons les faits que nous venons de rappeler dans un tableau qui montre la liaison des phénomènes observés avec les hypothèses qui ont été proposées pour les expliquer et les formules mathématiques qui servent d'équations de définition aux différentes grandeurs.

Phénomènes.	Hypothèses.	Formules mathématiques.	Grandeurs correspondantes.
Attractions électriques.	L'électricité est une matière.	Coulomb $F = K \frac{QQ'}{r^2}$ (1)	Quantité d'électricité.
Courant. Effets chimiques.	C'est un fluide qui a un débit résultant d'une	Faraday $Q = IT$ (2)	Intensité.
	force motrice (tension ou différence de niveau)	Ohm $I = \frac{E}{R}$ (3)	Force électromotrice.
Courant. Effets caloriques.	et retardé par un frottement qui absorbe une énergie transformable en chaleur.	Joule $W = RI^2T$ (4)	Force résistance.
Condensation.	Ce fluide peut s'emmagasiner dans les corps.	$Q = CE$ (5)	Capacité.
Attractions magnétiques.	Le magnétisme est une matière.	Coulomb $F = K' \frac{mm'}{l^2}$ (6)	Quantité de magnétisme.
Déviation des aimants par les courants.	Dépendance des phénomènes électriques et magnétiques.	Laplace $F = \frac{mI\,ds \sin \alpha}{l^2}$	

Ce tableau permet de saisir facilement comment en électricité, comme d'ailleurs dans toutes les autres branches de la physique, l'observation d'un petit nombre de phénomènes vérifiés par une série forcément limitée d'expériences a conduit à l'établissement des lois fondamentales, lois qui, une fois traduites en formules mathématiques, permettent de définir d'une façon rigoureuse et précise les diverses quantités qui y figurent et de résoudre, par des calculs simples, les problèmes qui s'y rapportent.

On peut se demander si ces quantités ainsi introduites dans la science correspondent bien à une réalité objective. Il est facile de répondre à cette question. La nature intime des phénomènes et des qualités de la matière nous est et nous restera probablement toujours inconnue. La science se contente d'interpréter ce qu'elle découvre. L'interprétation se ressent toujours du courant d'idées qui existe au moment de la découverte des phénomènes.

Il est bien évident que si, en plein vingtième siècle, le premier phénomène d'électricité découvert avait été celui des oscillations électriques et de la télégraphie sans fil, les analogies qu'on aurait cherché à établir avec la lumière et la chaleur nous auraient conduits bien loin des lois de Coulomb, de Faraday et d'Ohm et des idées actuelles de quantité, d'intensité et de résistance. N'avons-nous pas vu d'ailleurs, jusque dans ces derniers temps, la plupart des savants considérer comme une fiction les masses de Coulomb? Imbus des idées purement mécaniques de force et de conservation d'énergie qui sont, dans les phénomènes électriques, les seules qui se manifestent directement, ils ont abandonné la notion de masse pour celle de la force électrique; ils sont ainsi arrivés à la théorie du potentiel, à celle du flux d'induction et n'ont accordé à la masse électrique d'autre valeur que celle que prenait l'intégrale du flux d'induction étendue à une surface fermée enveloppant le point considéré. De nos jours, au contraire, l'étude approfondie de la décharge dans les gaz raréfiés a remis en faveur les idées de Coulomb et a donné sous le nom d'électrons un regain d'actualité aux masses qu'il avait imaginées.

Sans insister davantage sur ces idées d'ordre plutôt métaphysique, nous pensons qu'il y a lieu d'adopter les grandeurs que nous avons été amenés à considérer et telles qu'elles résultent des équations que nous avons rappelées, parce qu'une longue expérience a démontré qu'elles s'adaptaient parfaitement aux besoins

de la pratique et aussi parce que les équations d'où elles dérivent s'étant toujours trouvé vérifiées et d'accord avec les faits, elles peuvent être prises, sans crainte d'erreur, comme base de calcul dans les problèmes qu'on a à résoudre.

Nous admettrons donc qu'il y a cinq grandeurs fondamentales en électricité : deux, la résistance et la capacité, sont des propriétés de la matière qui compose les corps; la troisième, la force électromotrice, est une qualité particulière du fluide électrique qui détermine les deux dernières : l'intensité du courant qui pourra circuler dans une résistance donnée ou la quantité d'électricité qui pourra être emmagasinée dans un corps de capacité connue.

Nous allons voir maintenant comment on peut mesurer ces différentes grandeurs, ce qui est indispensable, car on n'a une idée nette d'une grandeur que quand on est capable de l'exprimer en nombre. Pour cela, il faut faire choix d'unités convenables. Ces unités devront être commodes et permettre de donner aux formules mathématiques une expression simple. Pour répondre à cette condition, on devra choisir les unités, de façon à supprimer dans les équations fondamentales tout coefficient numérique inutile. Dans les sept équations que nous avons rappelées et qui sont les seules relations distinctes qu'on ait pu établir jusqu'ici entre les grandeurs électriques, nous avons conservé les deux coefficients K et K'. Nous allons voir que ces coefficients sont des quantités physiques qu'il est impossible de supprimer.

Considérons en effet l'équation (1). C'est une relation entre des grandeurs mécaniques, force et longueur, et des quantités d'électricité. On pourra choisir pour Q, une unité telle que K soit égale à 1. Alors les équations 2, 4, 3 et 5 donneront respectivement la définition des unités I, R, E et C. L'équation 7, qui relie les quantités électriques et magnétiques, donnera la définition de l'unité de magnétisme. Les valeurs des masses magnétiques, exprimées au moyen de cette unité, donneront alors une valeur de la force mécanique qui doit s'exercer entre deux masses m et m'. L'expérience montre que cette valeur ainsi déterminée ne correspond pas à celle qui est mesurée directement. Le coefficient K' ne peut donc être supprimé.

Si on fait l'opération inverse et si, après avoir défini au moyen de l'équation 6 où l'on suppose $K' = 1$, l'unité de magnétisme, puis I par l'équation 7, on pourra trouver sans difficulté R, E et C au moyen de 4, 3 et 5, mais la valeur déduite de 2 pour Q ne permettra pas plus que tout à l'heure de vérifier l'équation 1 sans donner à K une valeur numérique différente de l'unité.

Il n'est donc pas possible de supprimer les coefficients K et K'; leur valeur dépend des hypothèses qu'on fait sur la nature soit des actions électriques, soit des actions magnétiques Ce sont donc des constantes physiques (nous verrons plus tard qu'elles dépendent du milieu interposé et que leur produit est égal au carré de la vitesse de la lumière).

On pourra cependant supprimer successivement un coefficient et on obtiendra ainsi les deux systèmes les plus simples qu'on puisse imaginer : le système *électrostatique* si l'on fait $K = 1$ et le système *électromagnétique* si l'on fait $K' = 1$.

On pourra, en même temps que l'on adoptera l'un ou l'autre de ces systèmes, prendre pour unités mécaniques celles qui correspondent au système qui a pour unités fondamentales, le Centimètre pour les longueurs, le Gramme pour la masse et la Seconde de temps moyen pour le temps, et qui pour cette raison est connue sous le nom de C. G. S. Nous aurons alors pour les unités électriques ou magnétiques deux systèmes : le système électrostatique C. G. S. et le système électromagnétique C. G. S.

Nous rappellerons que dans le système mécanique C. G. S. en dehors des unités fondamentales, les plus usitées sont : la *dyne*, unité de force valant à Paris $\frac{1}{981}$ de gramme soit un peu plus d'un milligramme, et l'*erg* unité de travail valant à Paris $\frac{1}{9,81 \times 10^7}$ soit sensiblement 10^{-8} kilogrammètre.

Le système électrostatique C. G. S. est encore actuellement usité par les savants qui font des travaux sur l'électrostatique. Son origine indique en effet qu'il doit être commode pour mesurer les phénomènes électrostatiques. Il ne répond pas aux besoins de la pratique.

Le système électromagnétique C. G. S. n'est guère plus commode à ce point de vue. L'unité de résistance y est représentée par une longueur de 1/20 000 de millimètre d'un fil de cuivre de 1 mm de diamètre; l'unité de force électromotrice est 1/100 000 000 de celle de l'élément Daniell, l'unité de capacité est celle d'une sphère de 1 000 000 de rayons terrestres.

Aussi a-t-on dû renoncer aux systèmes C. G. S., et on a imaginé un système dit *pratique*, qui est électromagnétique, mais où les unités mé-

caniques de longueur, de masse et de temps, sont respectivement : 10^9 cm, 10^{-11} de la masse du gramme et la seconde de temps moyen qui seule n'est pas changée.

Le tableau ci-dessus donne les noms qui ont été adoptés pour les unités fondamentales et leur valeur dans les deux systèmes C. G. S.

Unités pratiques de	Nom.	Valeur en unités électromagnétique C. G. S.	Valeur en unités électrostatique C. G. S.
Résistance.	Ohm.	10^9	$\frac{1}{9} 10^{11}$
Force électromotrice.	Volt.	10^8	$\frac{1}{9} 10^{-2}$
Intensité.	Ampère.	10^-	3×10^9
Quantité.	Coulomb.	10^{-1}	3×10^9
Capacité.	Farad	10^{-9}	9×10^{11}

Le système pratique n'est pas encore absolument parfait. Le Farad est beaucoup trop grand, il faut faire usage du diminutif, le microfarad, qui est un million de fois plus petit. Par contre, l'unité de champ magnétique est beaucoup trop petite. On a dû conserver, pour exprimer en industrie les champs et les grandeurs qui en dérivent, le *gauss*, unité du système électromagnétique C. G. S., qui vaut 10^{10} unités pratiques.

Pour les unités purement électriques, ce système est très commode. L'unité de force qui vaut 1/100 de dyne n'y a pas reçu de nom particulier. L'unité de travail est le Joule, qui équivaut à 10^7 ergs.

Ce système est devenu légal et obligatoire en France, depuis le décret du 25 avril 1896. Il est adopté par la plupart des grandes nations. On lui a donné le nom d'*international*.

Le décret qui l'a consacré, désirant le rendre tout à fait pratique pour l'industrie, a substitué, aux définitions que nous avons donné pour les unités, leur représentation par des étalons établis à la suite de travaux scientifiques minutieux et fort complets.

L'*ohm international* est la résistance offerte à un courant invariable par une colonne de mercure à la température de la glace fondante ayant une masse de 14,4521 gr, une section constante et une longueur de 106,3 cm.

L'*Ampère international* est représenté par le courant invariable qui dépose en une seconde 0,00118 gr d'argent.

Le *volt international* est la force électromotrice qui soutient le courant d'un ampère dans un conducteur dont la résistance est de 1 ohm. Il est représenté pratiquement par les 0,6974 ou $\frac{1000}{1434}$ de la force électromotrice d'un élément Latimer Clark.

DEVAUX-CHARBONNEL.

EMPLOI D'UN TROISIÈME RAIL RENVERSÉ

SUR LE PONT DE BROOKLYN

Cette idée de l'emploi d'un troisième rail avec le patin placé à la partie supérieure a déjà été émise; mais jusqu'ici elle n'avait pas reçu d'application pratique, au moins sur une grande échelle, probablement à cause de la difficulté de supporter le rail dans cette position inversée.

L'augmentation énorme du trafic sur le vieux pont de Brooklyn qui relie New-York à Brooklyn a fait reprendre cette idée qui a l'avantage de permettre d'augmenter notablement la surface de contact entre les frottoirs et le troisième rail et a permis ainsi d'employer un seul troisième rail pour deux voies entrecroisées très resserrées.

Le troisième rail se compose d'un rail à patin de 35 kg dont le patin est placé en-dessus, de façon à présenter une surface beaucoup plus grande.

La figure 1 montre la disposition des deux rails des deux lignes entrecroisées les plus voisins du troisième rail. Celui-ci est représenté en traits pleins dans sa position actuelle, tandis que les traits pointillés représentent la position normale. Les frottoirs des deux voitures circulant sur les deux voies sont représentés en hachures au-dessus du troisième rail, et on voit

facilement que la surface frottante dans la nouvelle position est beaucoup plus grande qu'avec le troisième rail monté normalement. On peut ainsi éviter les ruptures de contact qui se produiraient inévitablement, si la tête du troisième rail était en haut, pour peu que la voiture ait un léger mouvement de lacet ou un petit cahotage.

La plus grande difficulté, avons-nous dit, dans l'emploi du rail renversé, consiste à le fixer solidement. Il a donc fallu étudier un modèle de support s'adaptant à la fois au rail et à l'isolateur sur lequel il doit être monté.

La figure 2 montre les détails de construction du support. Il est fait en deux pièces de fonte très robustes, de forme identique, pour en réduire le prix autant que possible. Chacune de ces pièces est formée d'une demi-semelle portant une projection verticale d'une hauteur suffisante pour que le rail dont le champignon vient reposer sur la semelle soit supporté égale-

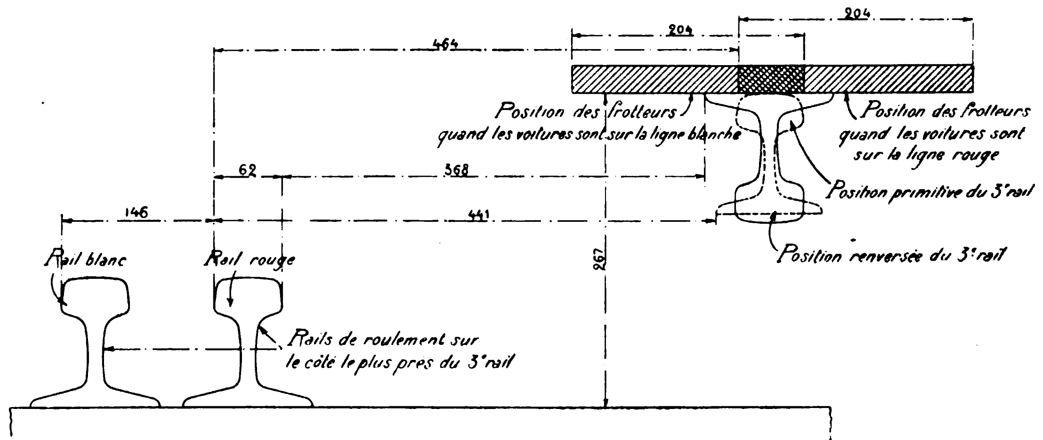


Fig. 1.

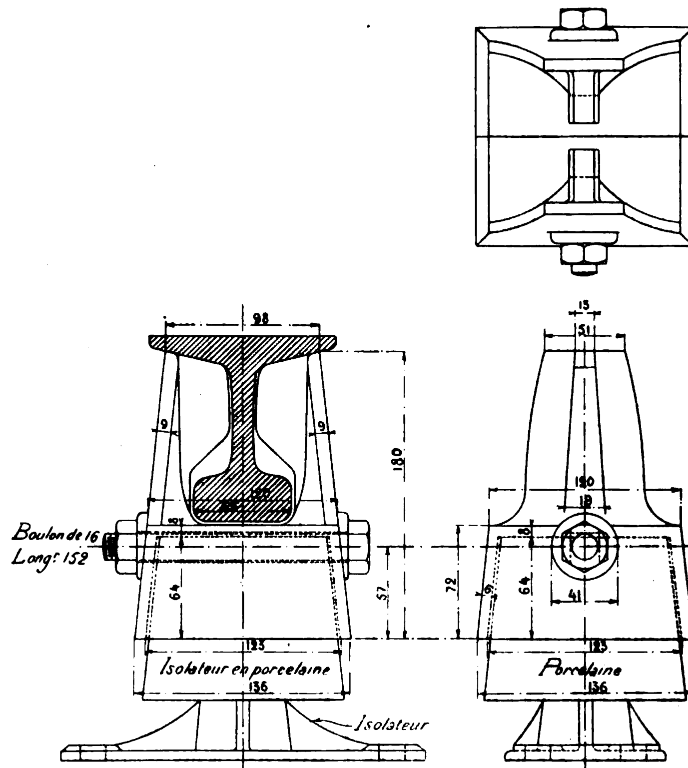


Fig. 2.

ment en-dessous du patin. Les projections verticales portent des nervures destinées à les renforcer; elles sont suffisamment écartées à la base pour laisser complètement libre la tête du rail. L'isolateur en porcelaine est en forme de cloche et il vient s'emboîter dans une cavité ménagée sous la semelle du support.

A. B.

(Extrait. *du Street Railway Journal*)

TRANSMETTEUR PHONIQUE SOUS-MARIN

SYSTÈME MUNDY

Quelques semaines avant sa mort en 1902, Elisah Gray avait imaginé tout un système de signaux sous-marins sonores destinés non seulement à suppléer aux signaux visibles en temps de brume, mais encore à révéler aux navires de guerre pendant le combat l'approche de torpilleurs et de sous-marins. A l'aide de récepteurs microphoniques disposés sur chaque muraille du navire au-dessous de la ligne de flottaison, enfermés dans une boîte étanche et reliés à des postes de téléphones récepteurs dans la timonnerie, on peut percevoir, paraît-il, très distinctement, à plusieurs milles de distance, le son de cloches immergées et résonnant à intervalles déterminés sous l'action d'électro-aimant puissants; de même les battements de l'hélice d'un sous-marin sont dénoncés par le même moyen. Celui des récepteurs qui vibre le plus fortement indique par sa position à babord ou à tribord, le côté d'où viennent les signaux ou les bruits transmis.

Légèrement modifiés par le professeur Arthur J. Mundy, de Boston, les récepteurs microphoniques Elisah Gray ont été mis en service avec le transmetteur à cloche, sur la ligne américaine des paquebots de la Metropolitan Steamships C°. Les officiers se sont déclarés fort satisfaits des résultats obtenus car ils ont pu, en approchant de terre par un temps de brume épaisse, reconnaitre à 3 milles de distance le bateau-feu de Boston absolument invisible. Encouragé par ces résultats M. Mundy a voulu achever l'œuvre commencée par Elisah Gray; il ne se contente plus de la transmission de signaux sonores déterminés d'avance. mais prétend pouvoir transmettre et recevoir les paroles articulées à travers des couches d'eau.

Il a reconnu d'abord qu'une masse d'eau peut être employée pour recevoir les vibrations provoquées par la parole, pour les communiquer à un transmetteur immergé à l'aide duquel elles sont envoyées à un récepteur téléphonique placé hors de l'eau par l'intermédiaire d'un appareil spécial immergé.

L'appareil transmetteur Mundy se compose, en conséquence, d'un diaphragme vibrant A (fig. 1 immergé à une profondeur quelconque et étant, sur une de ses faces, en contact avec la masse d'eau environnante. Ce diaphragme peut entrer en vibration sous l'influence de paroles articulées dans un porte-voix a pourvu d'une embouchure. Ce porte-voix s'élargit dans les environs du diaphragme en une chambre a^2, qui est surmontée

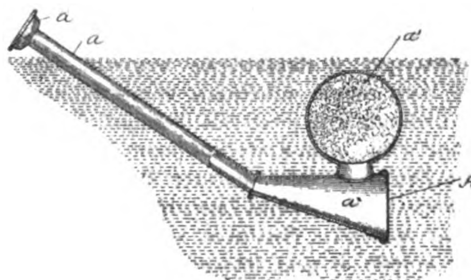


Fig. 1.

d'une sphère a^3 remplie d'un absorbant quelconque, et dont le but est d'amortir les vibrations excessives du diaphragme, sous l'action des paroles prononcées dans le porte-voix.

Le récepteur (fig. 2) est en réalité un transmetteur microphonique immergé qui envoie les sons reçus à un poste téléphonique extérieur. Il consiste en une conque métallique hémisphérique dans laquelle est disposé l'appareil récepteur à deux diaphragmes; les divers organes de cet appareil sont les mêmes que ceux des postes microphoniques ordinaires et sont disposés semblablement.

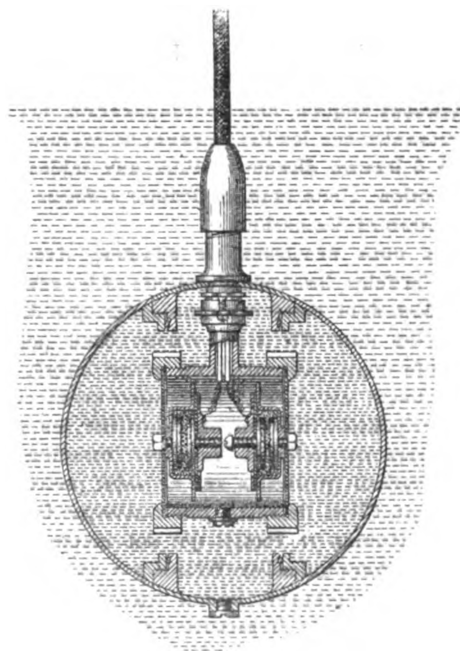


Fig 2.

Un circuit électrique le relie à des téléphones installés dans un poste, à bord ou à terre.

M. Mundy a pensé qu'il était désirable de pouvoir, en outre, déterminer, aussi exactement que possible, la direction des ondes sonores transmises à l'appareil récepteur. Notre confrère de Chicago, *Western Electrician*, qui décrit avec détail les divers brevets pris à ce sujet par M. Mundy; nous apprend que l'un d'eux a pour objet un appareil appelé « détecteur de direction des ondes sonores ». Il comprend un dispositif microphonique à diaphragme convexe fixé au centre d'un écran métallique hémisphérique et relié au circuit d'un poste téléphonique. Cet écran est muni d'une longue tige qui passe dans un tube et que l'on peut faire tourner dans toutes les directions. L'écran étant immergé, l'observateur interroge toutes les directions en faisant tourner la tige mobile et peut déterminer le point précis d'où viennent les ondes sonores, dès qu'il perçoit dans les téléphones les signaux transmis.

Georges DARY.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LES INSTRUMENTS DE MESURE A LECTURE DIRECTE

MM. Kenelm Edgcumbe et Franklin Punga ont fait dernièrement, à l'Institution des Ingénieurs électriciens anglais, une communication des plus intéressantes sur les instruments de mesure électrique à lecture directe destinés aux tableaux de distribution. Cette communication a donné lieu à d'importantes discussions.

Nous nous proposons de résumer, dans une série d'articles, les renseignements utiles contenus aussi bien dans cette communication que dans la discussion dont elle a été suivie. Nous pensons que cette étude présentera un grand intérêt pour nos lecteurs, car il est à remarquer qu'en dehors de descriptions d'instruments nouveaux, les revues techniques ne publient que très rarement des considérations générales sur ce sujet pourtant si important. C'est, du reste, une remarque faite par MM. Edgcumbe et Punga qui ont constaté que, depuis la communication faite il y a onze ans par M. James Swinburne, aucun travail d'ensemble sur les instruments de mesure n'avait été présenté en Angleterre. Durant cette longue période de temps, il n'a été publié, en effet, qu'un mémoire intéressant du docteur Magnus Maclean, dont lecture fut donnée au congrès de Glasgow en 1901, et encore ce mémoire ne se rapportait qu'aux instruments construits par une seule maison.

Avant d'aborder le sujet principal de leur étude, les auteurs disent que la négligence manifestée à propos de la question pourtant importante des instruments de mesure doit être, semble-t-il, attribuée à une certaine défiance qu'éprouvent les ingénieurs à l'égard des constructeurs et des instruments qu'ils fabriquent. On a fait remarquer que le constructeur ne se rend pas toujours compte des besoins de l'ingénieur et que les instruments qu'ils livrent, malgré des dispositions souvent très ingénieuses, conviennent plutôt aux travaux de laboratoire qu'aux besoins d'un atelier ou d'une station centrale. Les auteurs ajoutent malicieusement que l'on ne donne pas satisfaction à l'ingénieur en lui livrant simplement des instruments soigneusement vernis et d'un aspect élégant.

Cette critique était exacte aux débuts de l'industrie électrique, car peu de maisons de construction avaient alors à leur tête des ingénieurs compétents Cet état de choses a presque complètement disparu dans ces derniers temps, et le petit constructeur de jadis est devenu un grand manufacturier.

Il est évident que la fabrication des instruments de mesure ferait de très grands progrès si les ingénieurs-conseils et les ingénieurs des stations centrales, qui utilisent chaque jour ces instruments, s'intéressaient davantage à cette question et prenaient la précaution d'étudier soigneusement les types d'instruments convenant le mieux à leurs besoins.

En faisant leur communication, MM. Edgcumbe et Punga ont eu principalement pour but d'amener les ingénieurs électriciens à se préoccuper davantage de la question des instruments de mesure et d'attirer leur attention sur les récents progrès réalisés dans la construction des instruments à lecture directe pour tableaux de distribution, en indiquant, en même temps, les besoins de la pratique actuelle.

I. Degré de précision des indications fournies par les instruments de mesure à lecture directe.

Le degré de précision des indications fournies par les instruments de mesure, que nous qualifierons d'*industriels*, présente une importance capitale.

Lorsqu'un instrument de ce genre ne donne pas satisfaction, deux cas peuvent se présenter :

1° L'instrument est inexact;

2° L'instrument ne fonctionne pas.

Dans ces conditions, il est inutilisable.

En ce qui concerne le degré de précision sur lequel il est permis de compter, les avis sont très partagés, aussi les auteurs du mémoire ont-ils examiné soigneusement cette question et voici le le résultat de leur étude.

Deux causes influent sur le degré de précision d'un instrument de mesure : il y a d'abord celles qui proviennent de sa construction même et puis celles dues aux actions extérieures, telles que la température, les champs magnétiques voisins, etc. C'est ainsi, par exemple, que tel voltmètre

peut donner, lors de son essai, des déviations exactes à 1/10 0/0 et pourtant donner des indications qui ne seront exactes qu'à 5 ou 10 0/0 près, lorsqu'il sera placé sur un tableau de distribution, car il sera alors soumis à l'influence des courants circulant dans les conducteurs voisins. De même, un ampèremètre peut indiquer exactement 0,25 ampère lorsqu'il est soumis à une vérification, tandis qu'en service normal, son aiguille indicatrice oscille dans des limites atteignant 10 et même 20 ampères, l'instrument n'étant pas suffisamment apériodique.

Une des principales difficultés que l'on éprouve dans la construction et l'établissement d'un instrument de mesure provient surtout de la faiblesse des couples moteurs qui agissent sur l'organe mobile. On sait que les erreurs dues aux frottements sont d'autant moindres que plus grand est le couple moteur, pour un poids donné de l'organe mobile; mais, en donnant une plus grande valeur à ce couple moteur, on court le risque de dépasser la limite au delà de laquelle intervient une autre cause d'erreurs d'origine électrique, sans compter la consommation excessive d'énergie qu'exige alors le fonctionnement de l'instrument.

Dans ces conditions, il faut, comme dans presque toutes les questions qui sont du ressort de l'ingénieur, chercher à atténuer dans la mesure du possible les causes d'erreur qui viennent d'être signalées puisqu'on ne peut les éviter complètement.

Les causes principales d'erreurs qui peuvent affecter le fonctionnement régulier d'un instrument de mesure électrique à lecture directe sont les suivantes :

1° Causes d'ordre mécanique, telles que les frottements;

2° Causes d'ordre électrique, telles que les effets d'hystérésis;

3° Défauts matériels d'étalonnage comme, par exemple, des divisions inexactes de l'échelle;

4° Erreurs de lecture, par exemple, dues aux erreurs de parallaxe.

Les causes d'erreur d'ordre mécanique sont, indépendamment des frottements, les variations de force des ressorts, le défaut d'équilibre dans les instruments commandés par des ressorts, et enfin toute déformation provoquée par une manipulation brutale.

Les causes d'erreur d'ordre électrique sont les suivantes : phénomènes d'hystérésis, courants parasites, fréquence du courant, forme des ondes, variations de température, affaiblissement des aimants, perturbations produites par des champs magnétiques voisins, etc.

Les défauts matériels d'étalonnage, dus à une mauvaise graduation de l'échelle, peuvent se produire même si l'on utilise des instruments étalons très précis pour effectuer cette graduation. C'est pourquoi il est préférable d'avoir des échelles tracées sur papier ou sur carton, plutôt que des échelles gravées sur métal ou peintes.

En ce qui concerne les erreurs de lecture, on ne peut les attribuer à l'instrument lui-même, car la précision des lectures dépend uniquement de l'habileté de l'opérateur. Il convient toutefois de faire remarquer que l'on peut faciliter cette lecture en utilisant des aiguilles indicatrices de certains modèles se déplaçant sur une graduation tracée de manière convenable. Il convient donc de choisir, suivant les cas, le genre d'aiguille qui convient le mieux; il est évident qu'une aiguille se prêtant parfaitement à la lecture à distance, pourrait ne pas convenir pour effectuer des lectures très précises et réciproquement. C'est ainsi que dans les stations centrales on arrive à faire à distance des lectures suffisamment exactes en utilisant des instruments dont la graduation comporte de larges divisions et dont l'aiguille indicatrice est de forme appropriée pour faciliter la lecture; d'autre part, les instruments étalons servant à vérifier les instruments des tableaux ont généralement une aiguille très mince avec un miroir disposé au-dessous, afin d'éviter les erreurs de parallaxe.

Tandis que les erreurs dues à des causes d'ordre électrique, sauf bien entendu celles qui proviennent de l'influence de champs magnétiques extérieurs se trouvant dans le voisinage de l'instrument, peuvent être évaluées en tantièmes pour cent de la lecture, les erreurs dues aux causes d'ordre mécanique peuvent être considérées comme une déviation constante de l'aiguille indicatrice. Dans ces conditions, le degré de précision d'un instrument de mesure pourrait être exprimé sous la forme

$$\pm x \ 0/0 \pm y^{\circ}$$

Les constructeurs indiquent généralement le degré de précision de leurs instruments en tant pour cent de la lecture maximum. Un mode d'évaluation plus rationnel, adopté aujourd'hui par plusieurs ingénieurs-conseils, consiste à demander aux constructeurs un certain degré de précision générale, exprimé en tant pour cent de la lecture maximum et, en plus, un degré de précision plus grand, par exemple, à partir des deux tiers de la pleine charge jusqu'à cette pleine charge.

Il est naturellement très difficile de déterminer, même approximativement, la valeur exacte des différentes erreurs. A la suite de nombreuses expériences, M. W. Marck (1) a donné les valeurs suivantes pour les erreurs constatées dans des instruments de laboratoire à lecture directe, munis de miroirs sous l'aiguille, afin d'éviter les erreurs de parallaxe, et construits avec le plus grand soin :

Erreurs de lecture, ± 0,07 mm.

Erreurs dues aux frottements, inférieures à 0,1 mm.

(1) *Elektrotechnische Zeitchrift*, 1902, page 447.

Erreurs d'étalonnage, 0,05 à 0,1 mm.

Total des erreurs d'ordre mécanique : 0,1 mm à 0,2 mm.

M. Marck n'a pas indiqué l'étendue de l'échelle graduée, mais on peut admettre qu'elle avait environ 126 mm; en admettant ce chiffre, les erreurs d'ordre mécanique correspondraient au total à un angle variant à 0,07° à 0,15°. Pour des instruments destinés à des tableaux de distribution, on pourrait quintupler ces valeurs sans qu'il en résulte d'inconvénients, au point de vue de l'exactitude des indications fournies.

Il y a encore plus de difficultés pour déterminer les valeurs des erreurs d'ordre électrique. Ces erreurs sont, dans une large mesure, indépendantes des dimensions de l'instrument, bien qu'un instrument de dimensions moyennes avec une aiguille ayant de 75 mm à 101 mm, donne des indications plus exactes qu'un instrument dont le cadran présenterait de plus grandes dimensions.

Le tableau ci-après peut néanmoins servir de guide pour apprécier les valeurs des erreurs dues à des causes électriques.

VALEURS DES ERREURS D'ORDRE ÉLECTRIQUE POUR DIFFÉRENTS TYPES D'INSTRUMENTS

Types d'instrument.	Hystérésis. — Différence entre le maximum et le minimum de la courbe, en °/₀ de la lecture maximum.	Température. — Erreur pour une variation de 10° C, en °/₀ de la lecture maximum.	Fréquence. — Différence des lectures en passant de 40 à 60 périodes par seconde, en °/₀ de la lecture maximum.	Champs magnétiques voisins (1). — Erreurs due à la présence d'une barre parcourue par un courant de 1000 ampères et placée à 1 m de distance de l'instrument, en °/₀ de la lecture maximum.
Courant continu :				
Voltmètre à bobine mobile. . . .	0	0,01	—	0,2 } protégé par une enveloppe en fonte.
Ampèremètre à bobine mobile. . .	»	0,75	—	0,2 } protégé par une enveloppe en fonte.
Voltmètre à fer doux mobile . . .	1	0,5	—	1,0 non protégé
Ampèremètre à fer doux mobile. .	»	0	—	0,25 protégé
Voltmètre thermique.	0	0,75 } pour de courtes périodes	—	0
Ampèremètre thermique.	»	1,5 } pour de courtes périodes	—	»
Courant alternatif :				
Voltmètre à fer doux mobile . .	—	0,5	1,0	1,0 non protégé
Ampèremètre à fer doux mobile. .	—	0	0,5	0,25 protégé
Voltmètre thermique.	—	0,75 } pour de courtes périodes	0	0
Ampèremètre thermique.	—	1,5 } pour de courtes périodes	»	»
Voltmètre à induction	—	0,5	4	0,5
Ampèremètre à induction	—	1,0	15	0,5

(A suivre).

(1) Dans le cas de courants alternatifs, le champ est supposé avoir la même fréquence que le courant et la tension à mesurer.

LA TÉLÉGRAPHIE ET LA TÉLÉPHONIE AU JAPON

Sous le titre « le Japon au commencement du XXe siècle », *l'Archiv für Post und Telegraphie* de Berlin donne un tableau d'ensemble des progrès réalisés par le Japon depuis 1868, année de la restauration de l'autorité impériale, jusqu'au commencement du présent siècle. Cette étude contient, entre autres détails intéressants, les indications ci-après sur le développement des services télégraphique et téléphonique japonais :

Le gouvernement éprouva les plus grandes difficultés à protéger la première ligne télégraphique, qui fut construite en 1869 entre Tokio et Yokohama, contre les déprédations commises par une population superstitieuse; dix ans plus tard il se trouvait dans l'impossibilité, faute de ressources suffisantes, de donner assez promptement satisfaction à toutes les demandes de construction de nouvelles lignes télégraphiques. Aussi les grands travaux d'extension du réseau, effectués en 1881, ont eu lieu aux frais des municipalités qui avaient spontanément offert de subvenir aux dépenses. Au lendemain de la guerre sino-joponaise, on note

une nouvelle et importante extension du même réseau, qui a fait pénétrer le télégraphe dans toutes les localités importantes. A la fin de 1901, le Japon comptait 1856 bureaux télégraphiques avec 122 500 km de conducteurs et 28 900 km de lignes. Les communications avec l'extérieur sont assurées par deux câbles se rendant de Nagasaki à Shanghaï et à Vladivostok respectivement; de plus, on songe à établir une ligne sous-marine avec les Etats-Unis. Depuis 1887 il existe un service téléphonique mis à la disposition des particuliers. Les premiers réseaux téléphoniques urbains, ceux de Tokio et de Yokohama, ont été établis en 1890; bientôt après on a construit ceux d'Osaka et de Kobe. A la fin de 1901 il existait 179 cabines publiques avec 25 réseaux urbains et 25 000 abonnés ; à la même date, 25 000 autres personnes étaient en instance, demandant qu'on les reliât à ces réseaux. En matière électrotechnique les Japonais se tiennent au courant des tout derniers progrès; ils connaissent et emploient, en télégraphie et en téléphonie, les systèmes et les appareils les plus modernes. Depuis plusieurs années ils ont doté leurs bureaux téléphoniques centraux, par exemple, de commutateurs multiples avec effacement automatique des annonciateurs d'appel; ils songent aujourd'hui à introduire dans les mêmes bureaux les tableaux commutateurs multiples à signaux lumineux et à batterie centrale pour les appels et l'actionnement des microphones (système de la Compagnie « Western Electric »). Les systèmes télégraphiques duplex et quadruplex (depuis 1892) s'emploient dans les bureaux importants; en outre, on rencontre des installations en duplex sur diverses lignes téléphoniques interurbaines. De plus, des essais de télégraphie sans fil ont été effectués avec succès.

Dans le service télégraphique, les petits bureaux font usage du téléphone; les grands bureaux utilisent le parleur ou l'appareil automatique Wheatstone; sur les lignes sous-marines, on emploie surtout le syphon-recorder Muirhead. Les appareils téléphoniques sont du modèle *Solid back*. Les conducteurs sont presque tous en bronze (même ceux du service télégraphique); les lignes téléphoniques sont à double fil. Les fils, les isolateurs en porcelaine, les poteaux en bois, les consoles en bois et en fer, les appareils télégraphiques, tout cela est de fabrication indigène. Voilà 20 ans que le télégraphiste japonais sait construire ses lignes terrestres; en 1897, il a pour le première fois montré qu'il était en mesure d'établir des câbles sous-marins d'assez grande longueur. Les lois et règlements concernant le service des postes, des télégraphes et des téléphones sont appropriés aux besoins du pays et n'ont pas laissé de coutribuer au développement des communications. Ce développement caractérise à lui seul les progrès économiques de la nation japonaise; il s'est traduit, pour ce qui regarde le service télégraphique, par les chiffres suivants :

	Télégrammes transmis.
1871. . .	19 000
1881. . .	2 586 000
1891. . .	4 674 000
1901. . .	16 221 000

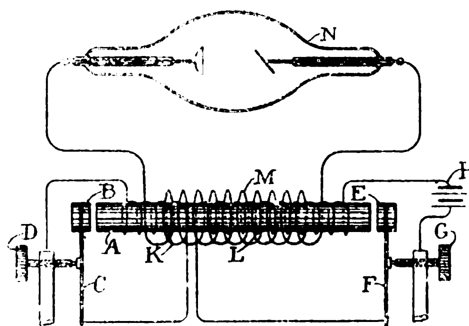
G.

BOBINE D'INDUCTION

POUR PRODUCTION DES RAYONS X

M. Eugène W. Caldwell de New-York a fait récemment breveter un nouveau dispositif de bobine d'induction pouvant plus particulièrement servir à la production des rayons X.

Ainsi que l'indique la figure ci-dessous, cette bobine d'induction comporte un circuit magnétique sous forme de noyau ou de barre A; ce circuit magnétique est muni d'un enroulement primaire L qui peut être disposé d'une manière quelconque, de manière à produire des variations convenables dans le circuit magnétique. Cet enroulement primaire est relié à une source d'énergie H par l'intermédiaire d'une vis de contact G réglable à volonté. Le circuit de la vis de contact se complète par le trembleur à marteau F comme dans les bobines usuelles d'induction. On verra sur la figure que le circuit primaire forme un circuit fermé de manière que le courant est forcé de le traverser pour exciter le circuit magnétique. Puis par le marteau F et son armature E, en face du noyau A, le circuit primaire est interrompu périodiquement de la manière ordinaire.



Un enroulement auxiliaire K est de même en-

roulé sur le noyau A à l'autre extrémité; il est également pourvu d'une vis de contact réglable D et d'un marteau trembleur BC. Les vis de contact D et G sont réglées et les ressorts de trembleurs sont ajustés de manière que le circuit auxiliaire se trouve interrompu légèrement avant que l'interruption ne se produise dans le circuit primaire, de même ce circuit auxiliaire sera fermé un peu avant que le circuit primaire soit lui-même fermé. En résumé, les interruptions du circuit auxiliaire sont légèrement plus rapides que celles du circuit primaire.

Quant à l'enroulement secondaire M, sa disposition est la même que dans toutes les bobines d'induction et il comprend, entre ses électrodes, un tube N à rayon X.

Le fonctionnement de cet appareil est le suivant : Dès le moment que le circuit se trouve fermé par le trembleur B sur l'enroulement K le courant traverse cet enroulement et la variation qui en résulte dans le circuit magnétique tend à élever la force électromotrice dans le circuit secondaire K et à produire des étincelles; mais comme le circuit auxiliaire se trouve fermé un peu avant que le circuit primaire le soit lui-même, il s'ensuit que la variation magnétique sera la cause d'un flux intense de courant à travers le circuit auxiliaire et ce courant, retardant l'accroissement du magnétisme dans le noyau A, amènera de cette manière un abaissement dans la force électromotrice du circuit secondaire, de telle sorte que les étincelles aux bornes du secondaire se trouveront pratiquement supprimées. — G. D.

DANGERS DU COURANT ÉLECTRIQUE

ET MOYENS DE LES ÉVITER

(*Suite*) (1).

Prescriptions et règlements divers. — Cependant les pouvoirs publics et les sociétés d'électriciens n'ont pas été toujours du même avis à ce sujet, et il est intéressant de comparer les différentes valeurs numériques attribuées à la limite entre la haute et la basse tension.

L'Angleterre, la France et la Belgique ont été les premiers pays à réglementer officiellement les installations électriques. Plusieurs arrêtés du Board of trade de Londres fixent la limite de la haute tension à 300 volts continus et à 150 volst alternatifs. A côté des arrêtés du Board of trade, il existe en Angleterre encore d'autres règlements, émanant soit des pouvoirs publics, soit de sociétés privées, et il est curieux de constater que ces différents documents ne sont pas d'accord sur la limite à partir de laquelle il faut prendre des précautions spéciales. Ainsi une commission nommée, en 1897, à cet effet, par le ministère de l'intérieur a rédigé des prescriptions pour les stations centrales dans lesquelles elle fixe la haute tension à partir de 700 volts continus et 350 volts alternatifs. La même année, l'Institution of Electrical Engineers établit des prescriptions dans lesquelles on considère les tensions supérieures à 200 volts comme dangereuses, qu'il s'agisse de courant continu ou alternatif.

L'année suivante, le major Cardew propose à un comité parlementaire d'adopter les valeurs de 500 volts continus et 250 volts alternatifs.

En France, nous nous trouvons en face de deux règlementations très distinctes émanant de deux administrations différentes : le ministère des travaux publics et l'administration des postes et télégraphes. Tous les deux, d'ailleurs, n'envisagent que les conducteurs sur les voies publiques ou dans le voisinage des lignes télégraphiques ou téléphoniques de l'Etat. Mais, comme en Angleterre, ces deux administrations fixent des limites différentes pour la haute tension. Alors que l'arrêté préfectoral du 15 septembre 1893, pris dans toute la France, conformément aux instructions du ministre des travaux publics, indique les limites de 120 volts en courant alternatif et 400 volts en courant continu, l'Instruction technique de l'administration des postes et télégraphes, en application de la loi du 25 juin 1895, définit la haute tension à partir de 120 alternatifs et 600 volts continu, et même cette instruction prescrit pour le courant alternatif de tension inférieure à 120 volts toutes les mesures de précaution qui ne sont exigées pour le courant continu qu'au-dessus de 600 volts. Depuis bientôt six ans, il existe une commission interministérielle ayant pour mission d'établir l'accord entre ces deux règlements, et depuis peu de semaines seulement, une entente semble avoir lieu. La ville de Paris et le département de la Seine ont encore à ce sujet une règlementation spéciale pour les installations intérieures; le préfet de la Seine prescrit, dans un arrêté du 26 juillet 1895, des précautions au-dessus de 800 volts continus et 500 volts alternatifs. Enfin, citons seulement pour mémoire que les associations de propriétaires d'appareils à vapeur ou d'industriels qui exercent un contrôle électrique en France se sont arrêtées dans leurs « instructions sur le montage des installations électriques » aux valeurs de 400 volts continus et 200 volts alternatifs.

La Belgique a adopté les mêmes limites que le Board of trade, soit 300 volts continu et 150 volts alternatif.

L'Allemagne n'a pas encore légiféré sur ce point, mais par contre l'Union des électriciens allemands (Verband deutscher Elektrotechniker) s'occupe de ces questions de règlementation depuis 1894. La première édition des prescriptions de sécurité

(1) Voir l'*Électricien*, n° 721, p. 266 et n° 722, p. 281.

(Sicherheitsvorschriften), dont les différentes parties furent publiées successivement de 1895 à 1899, était divisée en trois sections :

Basse tension : jusqu'à 250 volts sans distinction entre le courant continu et le courant alternatif;

Moyenne tension : de 250 à 1000 volts ;

Haute tension : au-dessus de 1000 volts;

Déjà pour la moyenne tension, c'est-à-dire à partir de 250 volts, ces prescriptions exigeaient des précautions spéciales pour la sécurité des personnes. Dans les années 1901 à 1903, ces prescriptions furent complètement refondues et divisées en deux sections seulement, la basse et la haute tension. La limite entre les deux a été prise à 250 volts pour les installations à deux fils et 2×250 soit 500 volts pour les installations à 3 fils avec neutre mis à la terre. Il est remarquable que dans aucun règlement allemand il ne soit fait de distinction entre les courants continus et alternatifs.

En Suisse, le gouvernement fédéral et l'Association suisse des électriciens adoptèrent la valeur de 1000 volts comme limite entre la haute et la basse tension, avec une restriction, cependant, quant aux installations intérieures pour lesquelles on ne doit pas dépasser, en général, 250 volts pour les distributions à deux conducteurs et 2×250 volts pour les distributions à trois conducteurs. Pas plus que les électriciens allemands les suisses n'ont distingué entre le courant continu et alternatif.

En Autriche, l'Association des électriciens à Vienne (Elecktrotechnischer Verein in Wien) a commencé, dès 1888, à s'occuper de réglementation. Dans son premier règlement elle a tracé deux limites pour la haute tension, l'une pour les installations intérieures (150 volts alternatifs, 300 volts continus) et l'autre pour les lignes extérieures (250 volts alternatifs et 500 volts continus). En 1899, le règlement a été complètement remanié par une commission et approuvé par un congrès. Ce dernier règlement classe dans la basse tension toutes les tensions inférieures à 300 volts alternatifs et 600 volts continus.

Pour la Russie, nous ne connaissons sur cette matière que des prescriptions édictées, en 1898, par le ministère des transports indiquant comme limite la valeur de 250 volts continus ou alternatifs.

Enfin, les lois italiennes étant muettes sur ce point, à notre connaissance du moins, l'Association italienne des électriciens a admis la limite uniforme de 600 volts pour les deux genres de courant.

Cette rapide nomenclature montre que nous sommes bien loin d'un accord des différents pays sur cette question, et cependant il eût été très désirable qu'un congrès international s'en occupât pour la régler uniformément; aujourd'hui une telle tentative risquerait fort d'être infructueuse, car la plupart des pays sont déjà très engagés dans leur voie particulariste.

Ces grandes divergences, constatées aussi bien entre différents pays que souvent dans un même pays, montrent qu'il y a eu beaucoup d'hésitations et que les auteurs des différents règlements ont cherché à concilier des intérêts opposés : ceux de la sécurité et ceux de l'industrie.

Cette préoccupation apparait surtout dans l'instruction de l'administration des postes et télégraphes en France qui, tout en étant très sévère pour le courant alternatif, ne considère le courant continu comme dangereux qu'à partir de 600 volts; il est évident que dans ce cas spécial on n'a voulu gêner en rien les entreprises de traction électrique qui emploient généralement dans les villes des tensions de 5 à 600 volts. Mais la traction n'est pas seule à se servir de ces tensions : l'industrie privée également a été amenée par l'extension toujours plus grande des distributions d'énergie électrique à l'intérieur des usines et manufactures, à employer des tensions de 250 à 600 volts, cette dernière limite étant cependant très rarement dépassée dans les distributions intérieures directes. Or, ces tensions, surtout en courant alternatif, ont donné lieu à des accidents mortels en nombre suffisant pour justifier des prescriptions spéciales. On en revient donc presque forcément à cette pemière idée, abandonnée depuis, de l'Union des électriciens allemands, de faire trois divisions : la basse, la moyenne et la haute tension. L'abandon de cette division en trois sections est, à notre avis, attribuable, en grande partie du moins, au choix de la tension de 1000 volts comme limite entre la moyenne tension et la haute tension. Cette tension de 1000 volts ne correspond nullement à une division naturelle et industrielle, car lorsque dans une installation électrique le besoin se fera sentir de dépasser 600 volts, on ira aussi facilement à 1500 ou 2000 volts que jusqu'à 900 ou 1000.

Ce sont ces considérations qui ont amené les associations françaises mentionnées ci-dessus à renoncer, lors de la récente refonte de leurs « Instructions sur le montage des installations électriques », à une division basée sur la limite de tension dangereuse. En effet, il n'est pas possible, ainsi que nous venons de le voir, de faire coïncider la limite des tensions que nous pourrions appeler industrielles, c'est-à-dire de celles que l'on emploie couramment dans les usines et les ateliers, avec la limite de dangers, c'est-à-dire celle à partir de laquelle il faut prendre des précautions spéciales. Car alors qu'au point de vue des matériaux à employer dans les installations et de leur mode de montage, il n'y a pas lieu de faire de différence sensible entre le courant continu et le courant alternatif (1); il faut, au contraire, à notre

(1) Au moins pour les tensions dont il s'agit ici, car pour les très hautes tensions, de 20 000 volts et plus, il

avis, faire ressortir cette différence très accentuée au point de vue des dangers.

C'est pourquoi les instructions des associations françaises ont été divisées en deux sections, la première jusqu'à 600 volts comprenant la grande majorité des installations industrielles à distribution directe, la seconde au-dessus de 600 volts comprenant les installations qui, à tous les points de vue, sont à considérer comme haute tension. Mais déjà dans la première section, et ce à partir de 200 volts alternatifs et 400 volts continus, ces « Instructions » exigent des précautions spéciales qui peuvent, il est vrai, être obtenues par des moyens simples et peu coûteux, en rapport avec les risques que présentent ces tensions relativement basses.

Il est évident que, dans certains cas particuliers, et surtout dans les locaux humides ou mouillés, où l'air est chargé de vapeurs plus ou moins conductrices, comme dans les sucreries, papeteries, teintureries, blanchisseries, fabriques de produits chimiques, mines, etc., les limites, à partir desquelles il y a lieu d'exiger des précautions spéciales, doivent encore être réduites sensiblement, par exemple à 200 ou 250 volts pour le courant continu et à 100 volts pour le courant alternatif, et même il peut être prudent d'exiger ces précautions, quelle que soit la tension.

Victor KAMMERER,
Ingénieur du service électrique de l'Association alsacienne.

(A suivre.)

A TRAVERS LES BREVETS

Brevet n° 341,551. — Emile Fauvin, Eugène Amiot et Edouard Chéneaux. — **Perfectionnements aux appareils de mesures électriques.**

La présente invention concerne des perfectionnements apportés dans la disposition des appareils de mesures électriques (voltmètres, ampèremètres, etc.), à aiguille indicatrice, ces perfectionnements ayant essentiellement pour but d'obtenir, par une construction simple, pratique, un fonctionnement remarquable en ce sens que l'aiguille indicatrice fournit ses indications par déviation sur le cadran d'une manière franche et précise et s'arrête sans vibration; cette propriété, dénommée « apériodicité », permet la lecture plus rapide et est d'une grande nécessité pour les appareils, surtout pour ceux soumis à des trépidations ou secousses extérieures, comme les appareils à main ou appareils de poche et ceux destinés aux véhicules automobiles.

y a lieu de faire des différences même dans l'emploi des matériaux.

Au dessin : Fig. 1 est une vue extérieure de l'appareil de mesure de l'invention, mis dans un boîtier de montre (côté du cadran); fig 2, coupe verticale du cadran, montrant le montage de l'aiguille; fig. 3 et 4, coupes verticales du cadran montrant le mode d'attache de l'aiguille avec le spiral; fig. 5, coupe par A B de la fig. 4; fig. 6, 7, 8, détails montrant la forme du tube servant à confectionner la bobine; fig. 9, 10, 11, détails montrant la bobine pourvue de ses joues; fig. 12, bobine fine; fig. 13, vu arrière du cadran la bobine étant mise en place; fig. 14, vue latérale de la fig. 13, le chapeau protecteur étant mis en place; fig. 15, coupe par C D de la fig. 14.

Le cadran de l'appareil est formé d'un plan métallique ou disque 1, dans lequel une pastille 2 est partiellement découpée à la base et emboutie pour former une surface plane en saillie sur la face du cadran. L'on obtient ainsi par une seule passe du disque 1 un point solidaire 2, — pour recevoir les pivots de l'aiguille et du spiral, — et une rainure 2' pour le passage de l'aiguille. Sur la face arrière du cadran 1 est fixée une patte en équerre 3, dont le bras descendant est traversé par une vis pivot 4 qui reçoit l'extrémité de l'axe 5, dont l'autre extrémité pivote sur le pont 2 dans un contre-pivot.

L'aiguille indicatrice 6, devant se déplacer devant le cadran, est fixée sur l'axe 5, à un endroit situé entre le pont 2 et le cadran 1, de manière à pouvoir se déplacer librement dans la rainure 2.

L'aiguille 6 est prolongée de l'autre côté de l'axe 5 par une partie plane 7, formant contrepoids d'équilibre et portant un petit doigt 8, sur lequel vient s'attacher l'extrémité libre d'un ressort spiral de rappel 9. Le ressort spiral 9 est attaché par son extrémité intérieure à un axe 10 monté dans un trou 11 du pont 2, de manière à permettre de régler le ressort en tension ou en position. Le doigt 8 auquel est attachée l'extrémité extérieure du ressort 9 occupe sur le flan 7 de l'aiguille 6, une position telle que le déplacement angulaire de l'aiguille, à partir du zéro de la graduation, détermine un déplacement angulaire correspondant dudit doigt 8 autour du pivot de l'aiguille et dans une direction telle que la distance entre le doigt 8 et le centre du spiral 9 aille en augmentant.

Lorsque l'aiguille est au repos (traits pleins et pointillés, fig. 5), le doigt 8 est au plus près du centre 10 du spiral 9, une distance x par exemple et lorsque l'aiguille a franchi toute sa déviation (traits mixtes, fig. 5), le doigt 8 est au plus loin du centre du spiral; une distance x' par exemple. En admettant l'aiguille sollicitée en déplacement angulaire par un système magnétique ou électromagnétique, ou électro-mécanique quelconque, son action sur le ressort spiral sera toujours la même. Si l'on tient compte du principe constructif exposé plus haut, c'est-à-dire qu'elle agira

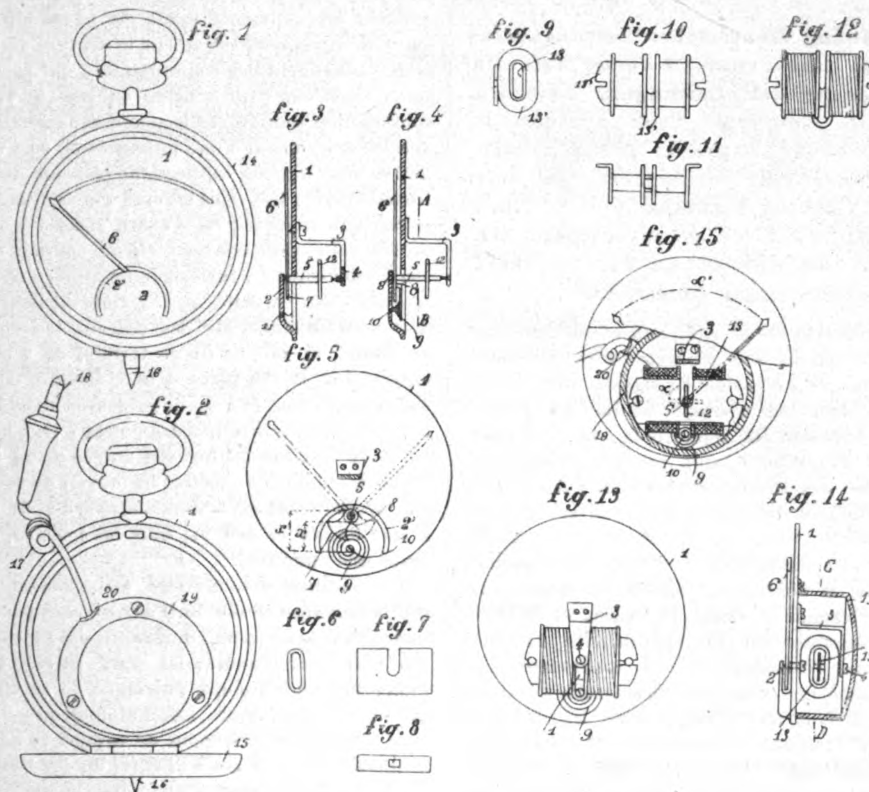
par traction radiale sur l'extrémité libre du ressort. Cette traction radiale détermine une tension excentrique et auto-vibratrice du ressort spiral. Cette disposition permet, en réalité, à l'aiguille de dévier franchement et de s'arrêter sans vibrations. Le déplacement de l'aiguille 6 est déterminé par une lame de fer doux 12 fixée sur l'axe 5 et pouvant jouer librement dans le vide intérieur d'une bobine de forme spéciale 13, fixée elle-même sur la face arrière du cadran 1, ladite lame 12 étant sollicitée en déplacement lors du passage d'un courant dans l'enroulement de la bobine.

la lame 12 pour l'aimanter et provoquer son déplacement par déplacement de l'axe 5, ce qui détermine une déviation de l'aiguille 6 portée par cet axe.

Pour un déplacement angulaire α de la lame 12, il résulte une déviation angulaire α' de l'aiguille 6 sur le cadran 1.

Le retour de l'aiguille 6 au 0 est effectué par le ressort spiral antagoniste 9.

Un appareil ainsi construit est généralement renfermé dans un boitier de forme appropriée quelconque, par exemple, un boitier 14 en forme de montre (fig. 1 et 2) avec, par-dessus le cadran 1,



La bobine 13 est construite comme suit :

Le noyau est formé d'un tube plat 13 (fig. 6, 7, 8), scié de longueur et partiellement découpé à la fraise en 14 pour lui permettre d'être placée par glissement, à cheval sur l'axe 5 de l'aiguille; des collerettes ou joues 13' sont fixées sur les bords de la fraisière et des collerettes ou joues avec pattes de fixation 13" sont fixées aux extrémités du noyau. La bobine double ainsi formée (fig. 9, 10, 11) est garnie d'un unique enroulement (fig. 12), et mise en place derrière le cadran 1 par glissement sous l'équerre 3, l'axe 5 trouvant à se loger dans l'échancrure 14 et la lame 12 apparaissant dans le vide de la bobine (fig. 13, 14, 15).

Par cette disposition d'ensemble, il est aisé de comprendre que le courant à mesurer, qui doit passer dans l'enroulement de la bobine, agit sur

un verre protecteur, blindé ou non, ou un couvercle métallique avec fenêtre ajourée ou transparente à l'endroit de la graduation. Le boitier est fermé à l'arrière par une cuvette 15. Une pointe 16 de prise de courant est fixée à la masse du boitier et un fil souple 17 se loge dans le boitier 14. Afin de protéger le mécanisme, un chapeau 19 le recouvre entièrement; ce chapeau est vissé sur la face arrière du cadran 1 et son bord est relevé en arrondi en 20 à l'endroit du passage du fil souple 17. Afin d'éviter le cisaillement du fil, le chapeau 19 offre encore l'avantage de protéger les enroulements de la bobine; l'on peut, en effet, manier le fil souple 17 sans crainte de défaire les enroulements de la bobine. Enfin, le chapeau protecteur 19 permet de sortir sans tâtonnements la longueur du fil souple 17, alors que dans les appareils similaires existants, le fil souple contribuant aux

enroulements de la bobine ou continuant le fil des enroulements, peut être enroulé ou déroulé, au gré de l'opérateur, sur la bobine, et les indications fournies par l'appareil dans de telles conditions ne sont jamais coïncidantes.

Communiqué par l'Office Henri Boettcher, pour l'obtention des brevets d'invention en tous pays. 14, boulevard Saint-Martin, Paris.

BIBLIOGRAPHIE

Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis. Zweiter Teil. Dimensionierung der Leitungen, *(Le calcul des réseaux électriques dans la théorie et dans la pratique. Deuxième partie. Dimensions à donner aux conducteurs)*, par Josef Herzog et Clarence Feldmann). — Un volume relié format 21 × 13 cm de viii-451 pages avec 216 figures. Deuxième édition. Prix : 12 mark. (Berlin, Julius Springer, éditeur, 1904.)

L'ouvrage ci-dessus est le complément de celui que les auteurs ont publié sous le même titre en 1903 et que nous avons eu l'occasion de signaler lors de son apparition (1). Dans leur nouveau volume, MM. Herzog et Feldmann exposent les applications, aux différents problèmes de la pratique, que peuvent prendre les principes et les lois théoriques qui font l'objet de la première partie. Ils ont divisé leur travail en huit chapitres, dont le premier, après des observations générales sur les dimensions à donner aux conducteurs, traite de la distribution directe du courant. Le chapitre ii détermine la chute de tension et la perte d'énergie admissibles sur les conducteurs. Le chapitre iii calcule l'échauffement des conducteurs. Le chapitre iv passe en revue les considérations économiques dont il faut tenir compte dans les devis de canalisations électriques. Le chapitre v est consacré au calcul des conducteurs à employer dans les systèmes de distribution indirecte; le chapitre vi détermine les dimensions que doivent recevoir les réseaux fermés; le chapitre vii les dimensions des canalisations de grand développement; enfin le chapitre viii étudie les canalisations de tramways électriques. Chaque chapitre se termine par une liste de renseignements bibliographiques. Une table alphabétique des matières, relative aux deux volumes, facilite les rapprochements entre la théorie et la pratique, et permet de consulter tout l'ouvrage comme un livre de références.

CHRONIQUE

Les chemins de fer électriques du district de Gruyère (Suisse).

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* publie les informations ci-après sur le réseau des chemins de fer du district de Gruyère (Suisse), dont l'outillage électrique a été fourni par la société Alioth de Bâle :

Ce réseau, d'un développement total de 46,6 km, comprend les trois lignes Palézieux-Châtel, St-Denis-Bulle-Montbrun. On y rencontre des pentes maxima de 32,1 0/00, avec des courbes dont les plus faibles rayons se mesurent par 100-150 m. La voie est posée sur des traverses en bois; elle est formée, en ce qui concerne le palier proprement dit, de rails Vignoles du poids de 24 kg par mètre courant; dans les autres parties, de rails à gorge pesant 40 kg par mètre. L'énergie électrique est empruntée, sous forme de courant triphasé d'une tension de 8000 volts, à l'usine hydraulico-électrique de Montbrun ou encore, en cas de dérangement, à l'usine de Hauterive ; ces deux établissements donnent une puissance totale de 10 000 ch. Les sous-stations, auxquelles est amené le courant de haute tension, contiennent des commutateurs qui permettent de relier l'une ou l'autre usine au réseau. Trois de ces sous-stations renferment chacune deux groupes de convertisseurs, chacun d'une puissance de 90 kw; les deux autres sous-stations contiennent chacune deux convertisseurs de 170 kw. Dans les cinq sous-stations précitées, le courant alternatif est d'abord abaissé à une tension de 500 volts; puis converti en du courant continu de 750 à 1000 volts. La batterie-tampon, formée de 375 éléments, a une capacité de 115 ampères-heure. Les feeders sont installés sur des poteaux spéciaux, à 8 m au dessus du sol. Le fil de trolley, de 9 mm, est en cuivre dur. Il est placé à une distance de 2,1 m du centre de la voie et à 6,5 m au-dessus (dans les stations à 5,5 m); il est porté par des poteaux en bois hauts de 10 m et distants les uns des autres de 20 à 40 m. La prise de courant s'effectue au moyen de deux contacts en forme d'archet. L'alimentation du fil de trolley a lieu de 400 en 400 m; tous les 1 600 m, ce fil présente une coupure.

Les voitures automotrices actuellement en service sont au nombre de dix. Huit d'entre elles portent quatre moteurs, chacun d'une puissance de 35 ch et faisant 550 tours par minute; les deux autres ont quatre moteurs, chacun d'une puissance de 80 ch et faisant 480 tours par minute. Les automotrices du premier type remorquent des trains de voyageurs de 47 tonnes, à une allure de 20 km à l'heure, ou des trains de marchandises de 60 tonnes à une vitesse moindre ; celles du second type mettent en marche des trains de 130 tonnes qui parcourent 17 km à l'heure. Les moteurs du plus petit modèle sont groupés deux par deux et ainsi montés en série, en sorte que chacun se trouve soumis à la moitié de la tension de régime (375 volts). Le rapport d'engrenage est de 1 : 4,2 sur les voitures à voyageurs et de 1 : 5 sur les voitures à marchandises. Le réglage des moteurs s'opère par un montage combiné en série et en parallèle. Le coupleur prend une composition principale pour le régime de la demi-vitesse (les quatre moteurs en série) et un autre pour le régime de la pleine vitesse (2 moteurs en série), ainsi que 7 positions de freinage. — G.

(1) Voir l'*Electricien* du 4 juillet 1903, p. 15.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

Paris. — J. De Soye et fils, impr., 18, r. des Fossés S.-Jacques.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 724 12 Novembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.*

ÉLECTROCHRONOGRAPHE

SYSTÈME OWEN.

Notre confrère de Londres l'*Electrician*, nous apprend que M. David Owen, maître de conférences de physique à l'Ecole technique de Birmingham, a imaginé un nouveau chronographe électrique capable de relever automatiquement la durée d'un parcours avec une approximation d'un centième de seconde. Il y a quelques mois, nous avions signalé dans ces mêmes colonnes l'apparition d'un chronographe destiné à déterminer d'une manière absolument correcte, dans une course, la durée des épreuves de chacun des concurrents. M. Owen a eu la même idée et est arrivé à résoudre la question au moyen d'un appareil un peu compliqué, mais plus sensible et plus exact que le précédent qui, en outre, présente l'immense avantage d'être pourvu d'un enregistreur et de présenter par suite une preuve écrite de son bon fonctionnement.

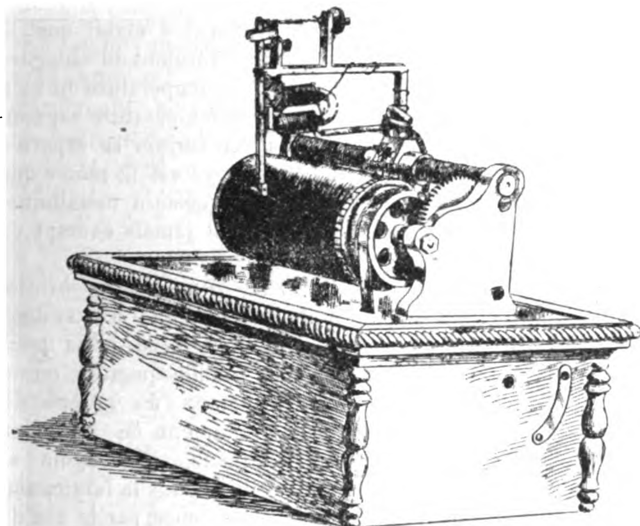


Fig. 1.

Le chronographe enregistreur Owen comprend, en principe, un rouleau cylindrique qui tourne d'une vitesse uniforme sous l'action d'un ressort spiral plat. On peut faire varier cette vitesse entre deux limites appropriées, telles que de 1 à 4 révolutions par seconde; quand à l'uniformité du fonctionnement elle est assurée au moyen d'un régulateur centrifuge.

Parallèlement à l'axe de ce rouleau se trouve disposée une tige guide, consistant en un tube fileté montant sur une longue vis qui est entraînée en même temps que le rouleau par l'intermédiaire d'engrenages; sur ce tube est fixé un châssis métallique dans lequel est monté un électro-aimant. L'armature mobile de l'électro, retenue en arrière par un ressort antagoniste, oscille à l'extrémité de ce châssis et porte un levier muni d'un stylet. Quand l'électro est excité, il attire cette armature et presse le stylet contre la surface du rouleau; au contraire, dès que le courant cesse, le stylet se relève. Afin de pouvoir inscrire les mouvements de ce stylet, le rouleau du chronographe est recouvert d'un manchon que s'y adapte exactement la surface est polie et recouverte d'une légère couche de suie.

Pour chronométrer la durée d'une course ou d'un parcours déterminé, on emploie deux commutateurs (fig. 2) qui normalement sont fermés par un ressort. L'un d'eux, que l'on peut appeler « commutateur à bouclier », comporte un levier à bascule dont l'une des branches supporte une large plaque métallique; il s'ouvre momentanément dès que le starter décharge sur lui un pistolet à une distance de 0,60 m, afin de donner le signal du départ. Alors le circuit, qui comprend le chronographe même, la ligne aller et retour, les deux commutateurs et la source d'énergie, est rapidement interrompue. Quant au second commutateur, appelé commutateur à ruban, et qui est disposé à l'autre extrémité du parcours, son levier est attaché à l'un des bouts d'un ruban ou d'un fil tendu sur la piste; l'autre bout de ce fil est fixe. Lorsqu'un concurrent heurte ce fil, le commutateur est ouvert et de nouveau le circuit se trouve interrompu. Or, comme le chronographe a pendant le temps intermédiaire fonctionné régulièrement, l'aiguille a inscrit sur la surface noircie du ruban, une ligne en spirale qui se trouve brisée en deux points.

L'intervalle compris entre les commencements de ces interruptions donne la mesure de la durée de la course.

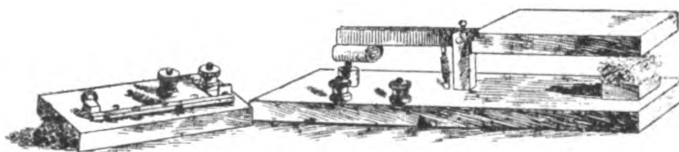


Fig. 2.

Pour faciliter cette mesure, le rouleau est disposé de manière à tourner une fois en une seconde, par exemple, ou bien une fois en 1/2 ou 1/4 de seconde. Le périmètre du rouleau est divisé en 100 parties égales ou en multiples de 100, de manière que chaque division corresponde à 1/100 de seconde; la grandeur de ces divisions est de 0,5 cm ou au-dessus; cette échelle est mar-

quée autour de l'une des extrémités du rouleau.

On peut aisément reporter à l'échelle les traces inscrites sur le rouleau, en plaçant exactement le stylet sur l'une d'elles; pour cela, on dégage des engrenages le tube guide et la vis dont elle dépend et on fait glisser ce tube sur la vis jusqu'à ce que le stylet atteigne l'échelle; de plus, comme cette échelle est mobile autour du tambour, l'une des traces peut coïncider avec le zéro. A l'aide de la seconde trace on pourra lire directement à un centième de seconde près le nombre de secondes et fractions de seconde du temps total.

Les deux points importants à observer dans le fonctionnement de cet appareil sont donc l'uniformité de rotation du rouleau et, ensuite, l'appréciation exacte de durée d'une révolution.

Afin d'obtenir cette dernière condition, on met le chronographe dans le circuit d'un pendule battant la seconde et fermant à chaque battement un circuit local sur un relais électromagnétique, qui actionne l'électroaimant du chronographe (fig. 3).

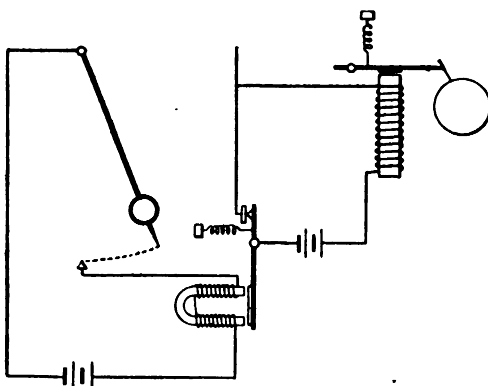


Fig. 3.

Or, comme ce relais interrompt exactement à toutes les secondes le circuit du chronographe, le stylet imprime un trait sur le rouleau et des interruptions apparaitront à chaque seconde.

On pourra, dès lors, régler la vitesse de manière que ces interruptions se trouvent sur une ligne droite, c'est-à-dire que le rouleau accomplisse une révolution par seconde; rien ne s'oppose non plus à ce que ce réglage donne un tour par demi-seconde ou par quart de seconde. De même on s'apercevra que la vitesse n'est pas constante, car ces interruptions ne seront plus régulièrement espacées sur une même ligne.

Ce chronographe a été employé en juillet dernier, pour mesurer la durée de trois courses, à la Société des sports athlétiques de Birmingham, et a obtenu, paraît-il, un succès complet : il a donné une approximation qu'il était impossible de demander à un chronomètre à arrêt, ce dernier étant la source d'erreurs provenant, d'abord, de l'opérateur et, ensuite, des secousses inhérentes au mécanisme même. En plus de cette application, M. Owen compte sur la précision de son appareil pour mesurer la durée de chute des corps et pour la détermination de la loi qui les régit suivant les milieux traversés.

Georges Dary.

EXTRACTION DU CÉRIUM MÉTALLIQUE
PAR VOIE ÉLECTROCHIMIQUE

A la suite de ses expériences de 1888, Borchers (Elektrometallurgie IIe Auflage) a établi que le cerium se sépare à l'état pulvérulent du chlorure fondu, par l'électrolyse, si la température du bain est suffisamment basse; si la température est convenablement élevée, le métal cerium se sépare à l'état fondu; l'appareil employé est le même que celui pour l'obtention du magnésium métallique. Le métal ainsi obtenue n'était jamais exempt de fer.

D'après la *Zeitschrift für Elektrochimie*, Stockem nous présente les essais qu'il a faits dans le but d'établir les conditions nécessaires pour obtenir du cerium en plus grande quantité, ou du moins un alliage des métaux du groupe du cerium, provenant du traitement de mélanges d'oxyde de cerium, lanthane, praséodyme et néodyme, lesquels sont utilisés dans la fabrication des manchons pour l'incandescence par le gaz de houille.

Stockem n'emploie pas, comme auparavant, seulement les sels fondus avec une source de chaleur extérieure, mais ceux fondus par l'influence du courant électrique. Tous ses essais tendent d'abord à montrer que le métal se sépare plus facilement en employant le chlorure fondu et anhydre.

La réduction de l'oxyde ne donne pas le métal pur, mais un carbure métallique; même s'il y a une quantité insuffisante de carbone en présence ou un grand excès d'oxyde, il ne se forme pas de métal, mais toujours du carbure, lequel se combine ensuite avec l'oxyde. C'est d'ailleurs ce qui a été établi au laboratoire du professeur Moissan, que le carbure brun, qui se produit lorsqu'on chauffe l'oxyde de cerium et du charbon avec un excès d'oxyde, donne un oxycarbure $CeC^2,2CeO^2$.

La combinaison du carbone avec le cerium peut être empêchée, quand on ajoute un autre oxyde métallique, par exemple de l'oxyde de cuivre. On obtient ainsi des alliages à plus de 10 0/0 de cerium et exempts de carbone. Si l'on opère en présence d'une plus grande quantité d'oxyde de cerium, on obtient les alliages précédents avec une scorie formée de carbure de cerium.

A. J.

LE CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE TABOR-BECHYNE

(BOHÊME)

L'Elektrotechnische Zeitschrift consacre une étude étendue au chemin de fer électrique de Tabor à Bechyne, sur lequel on utilise du courant continu et qui est exploité, depuis plus d'une année déjà, par la maison Krizik de Prague. Nous empruntons à cette étude les détails et les figures ci-après.

La ligne en question, d'une longueur de 24,24 km, est à deux voies; ses rails ont l'écartement normal. La rampe moyenne la plus forte est de 3,5 0/0 et le plus petit rayon de courbe de 125 m; les rails, en acier, pèsent aériens extrêmes, employés comme fils de travail, sont toujours uniformément chargés, car ils se trouvent reliés aux quatre moteurs de chaque voiture, montés tous en série ou encore montés en série par groupes de deux moteurs en parallèle. Le centre du coupleur des moteurs se trouve relié au châssis de la voiture et, par suite, aux rails de roulement. Il résulte de ce dispositif que les rails demeurent presque sans courant; pourtant on leur a donné des joints en cuivre, de manière à assurer une bonne conductance. On a adopté la tension de régime de 1 400 volts entre les conducteurs extrêmes; chaque moteur est donc construit pour supporter 700 volts. La canalisation de travail à deux pôles, ici adoptée, offre ce grand avantage que, par exemple en hiver, lorsque la neige est dur-

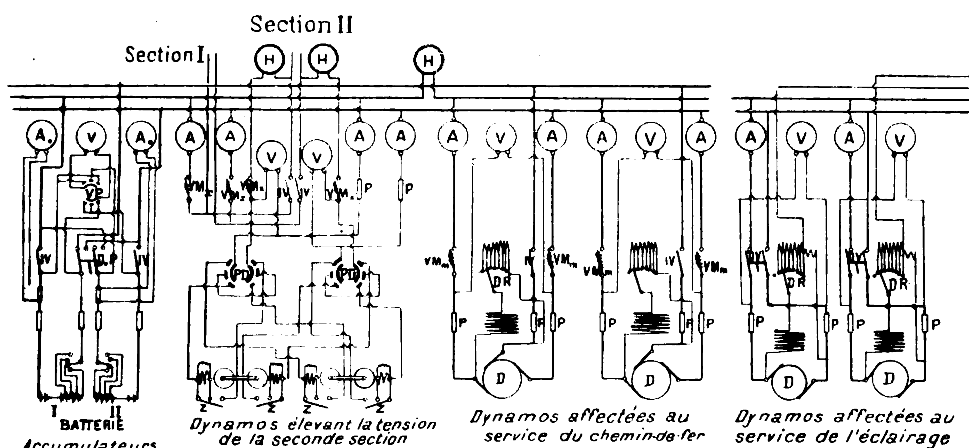


Fig. 1.

LÉGENDE

D Dynamo.
A Ampèremètre.
H Compteur d'énergie.
DV Disjoncteur bipolaire.
DR Rhéostat d'excitation.
IV Disjoncteur unipolaire.
VM*m* Disjoncteur automatique à minimum.
VP Commutateur de voltmètre.
DP Commutateur bipolaire.
P Fusible.
PD Commutateur de dynamo.
Z Commutateur centrifuge automatique.
VM*x* Disjoncteur automatique à maximum.

21,75 kg par mètre courant et reposent sur des traverses en sapin distantes l'une de l'autre de 1 m. Un pont de 174 m de longueur fait franchir à la ligne la vallée de la Luznice. On rencontre, sur cette ligne, cinq grandes stations et six petites haltes. Les trains, formés de 2 à 3 voitures, sont affectés au transport des voyageurs et des marchandises; ils circulent à une vitesse maximum de 30 km à l'heure.

La force motrice est donnée par du courant continu que fournit une seule usine centrale établie à l'une des extrémités de la ligne, à Tabor. La canalisation est du système à trois conducteurs; les rails de roulement jouent le rôle de fils de retour. Les deux conducteurs cie, la commande se trouve être absolument indépendant des roues des véhicules et qu'il ne peut pas se produire des courants parasites. Grâce à la canalisation à deux pôles, les parties métalliques des voitures, quel que soit le contact existant entre les roues et les rails, présentent toujours la tension zéro; il en résulte qu'un voyageur qui, en descendant à terre, touche une partie métallique et en même temps établit avec ses pieds une bonne communication avec le sol, ne se trouve pas exposé aux risques qu'il aurait à courir dans le cas de la présence d'une canalisation à un seul pôle, s'il arrivait que, par suite de l'état de la voie, le corps de la voiture n'offrît point une bonne communication avec

la terre et fût chargé au même potentiel que le fil aérien. De plus, le système à trois fils employé sur la ligne Tabor-Bechyne offre une garantie pour la sécurité du service; en effet, s'il survient une avarie aux deux conducteurs extrêmes ou au conducteur central, on se trouve toujours en mesure d'assurer provisoirement le service au moyen des deux fils demeurant intacts.

L'usine de Tabor a été construite pour fournir éventuellement, au cas d'un prolongement de la ligne, du courant continu sous une tension de régime supérieure à 1 400 volts. Cette usine fonctionne à la vapeur. Elle alimente en outre la ville de Tabor en lumière électrique et en force motrice. Elle renferme trois chaudières Tischbein, chacune de 80 m² de surface de chauffe, construites pour admettre une pression de 11 atmosphères. Un surchauffeur élève la température de la vapeur à 300° C. Les quatre machines à vapeur, dont deux sont affectées au chemin de fer et les deux autres à l'éclairage (voir fig. 1), sont des machines compound verticales faisant respectivement 180 et 220 tours par minute et développant chacune une puissance de 120 ch. Elles actionnent un nombre égal de génératrices au moyen de courroies. Le débit de ces machines à vapeur a été fixé de telle sorte qu'une seule d'entre elles, en commun avec la batterie-tampon, est capable de fournir toute l'énergie nécessaire pour deux trains, chacun de 50 tonnes, lorsque ces trains occupent sur les deux moitiés de la ligne la position la plus défavorable, c'est-à-dire lorsqu'ils circulent sur la plus forte rampe. L'alimentation de la ligne en courant s'opère de la manière suivante (voir fig. 2). La moitié de la ligne la plus rapprochée de l'usine centrale est reliée directement aux deux génératrices; il est pourvu aux besoins de la seconde moitié par deux feeders, sur chacun desquels on a intercalé un survolteur, destiné à compenser les chutes de potentiel. Les deux génératrices affectées à la voie ferrée, chacune d'une puissance de 80 kw, donnent du courant sous 2 × 700 volts et font 500 tours par minute; ce sont de doubles machines bipolaires dont la construction permet le partage de la tension en deux moitiés, chacune de 700 volts. Elles sont excitatées en dérivation pour 700 volts. Les tôles de l'induit en forme d'anneau sont maintenues ensemble par deux étoiles en bronze, à douze bras; sur le collecteur glissent trois jeux de balais, dont deux correspondent aux conducteurs extrêmes et le troisième au conducteur central. Les survolteurs sont des doubles machines bipolaires, pourvues d'une excitation en série, dont les deux armatures se trouvent montées, l'une à côté de l'autre, sur un arbre commun, tandis que leurs carcasses magnétiques reposent sur une socle unique. A pleine charge, la tension peut être augmentée jusqu'à 2 × 116 volts. Le réglage de la surtension s'obtient par l'introduction, dans le circuit, de résistances disposées parallèlement aux enroulements inducteurs. Les survolteurs sont actionnés, au moyen de courroies, par l'arbre des machines principales.

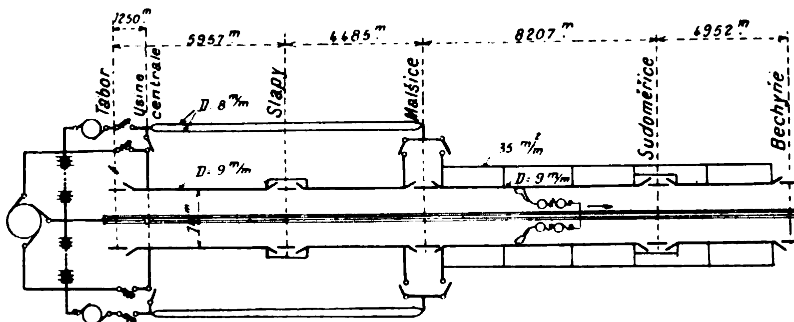


Fig. 2.

La batterie-tampon consiste en 700 éléments Tudor, ayant une capacité de 123 ampères-heure au régime de décharge en une heure et une capacité de 171 ampères-heure pour décharge en trois heures.

Les feeders alimentant la moitié de la ligne la plus éloignée de l'usine présentent, sur chaque conducteur extrême, une section de 100 mm²; ils consistent en deux fils de cuivre dur de 8 mm de diamètre; ces fils sont placés sur les poteaux portant la canalisation de travail. Cette dernière, sur la même partie de la ligne, consiste en des fils de 9 mm, chacun renforcé par un fil de 35 mm² de section. Les fils de trolley s'élèvent à 5,5 m au-dessus de la face supérieure des rails et sont disposés avec un écart de 1,2 m.

Les voitures automotrices, à quatre essieux, portent chacune quatre moteurs de 30 ch montés en série, fonctionnant avec un courant de 40 ampères sous 650 volts et faisant 550 tours par minute. La carcasse magnétique de chaque moteur, à 4 pôles et divisée en deux sections horizontales, porte sur un côté les coussinets

de l'essieu de la voiture. Le rapport des engrenages est de 15 : 75. Chaque moteur, y compris les engrenages, la carcasse et le dispositif de suspension, pèse 955 kg.

La fig. 3 donne le schéma des connexions de la voiture et des moteurs dans les diverses positions du coupleur. Le point central des quatre moteurs ou des deux groupes de moteur, lorsque ces moteurs se trouvent montés, deux par deux, en parallèle est relié par les roues aux rails formant le retour. La prise de courant s'effectue au moyen de deux archets qui, à droite et à gauche de l'axe longitudinal de la voiture, sont fixés à l'arrière de cette dernière. Afin de rendre l'usure uniforme sur toute la surface de glissement, on a disposé les fils de trolley légèrement en zigzag.

En marche, les quatre moteurs sont d'abord montés tous en série, puis deux par deux en parallèle. Lors de l'application des freins, les mêmes moteurs sont montés, deux par deux, en parallèle. Ils ont leurs organes en fer si fortement saturés que la vitesse de marche, à charge complète du train ne peut pas s'abaisser, sur les plus fortes rampes, au-dessous de 15 km à l'heure; la vitesse, dans les parties horizontales de la ligne, s'élève à 30 km à l'heure. Les coupleurs peuvent prendre 8 posi-

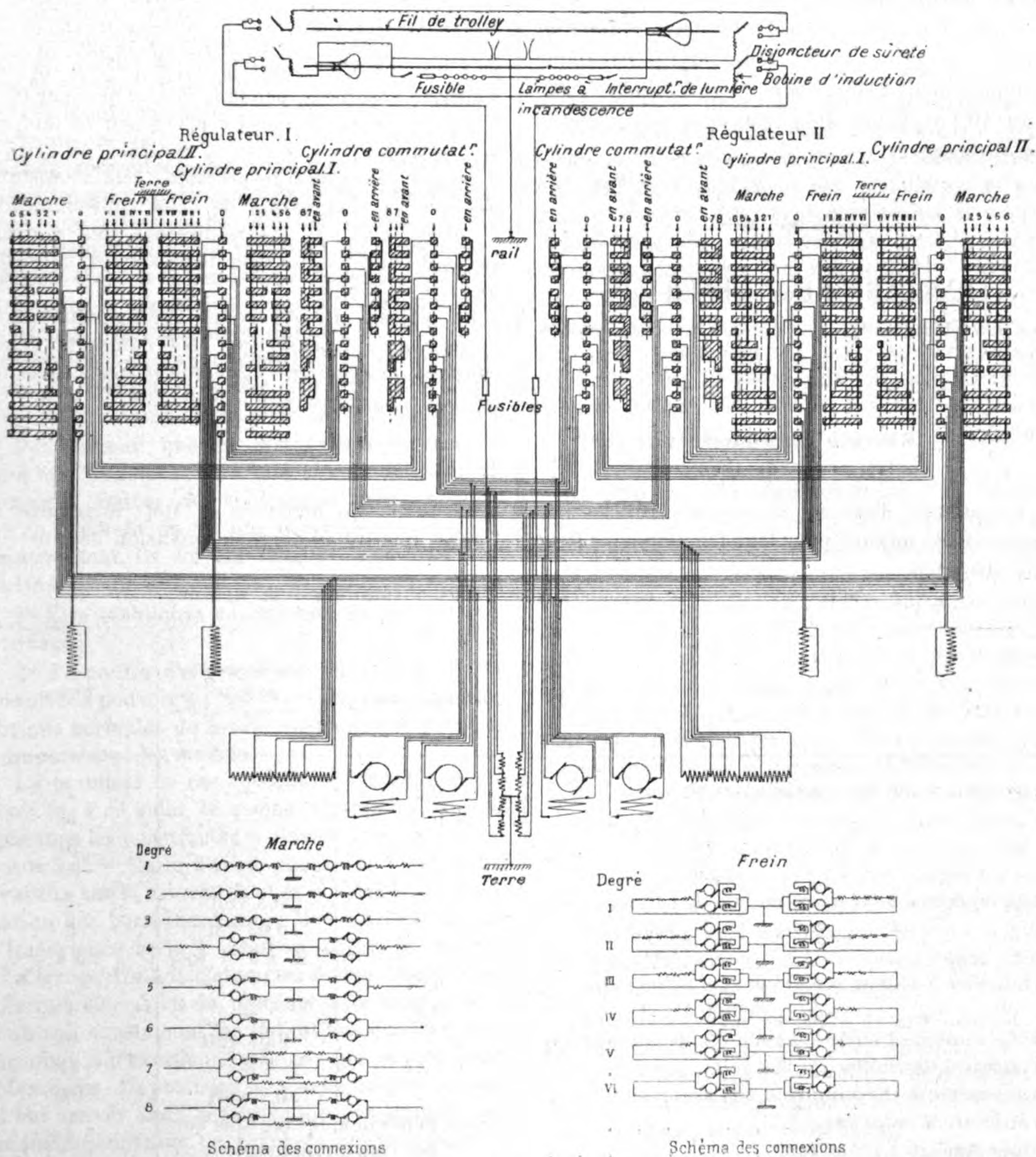


Fig. 3.

tions différentes de vitesse et 6 de freinage. Pour chaque moitié de la ligne, on a prévu un cylindre coupleur spécial ; les deux cylindres sont accouplés mécaniquement ensemble. Des parafoudres sont disposés sur les toits des voitures. Le chauffage est électrique.

Chaque voiture, divisée en deux compartiments de 2e et de 3e classe et un troisième compartiment réservé aux bagages, peut recevoir 10 voyageurs de 2e classe et 30 voyageurs de 3e classe.

A. GIRON.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LES INSTRUMENTS DE MESURE A LECTURE DIRECTE

(*Suite*) (1).

II. — Energie consommée par les instruments de mesure.

La quantité d'énergie consommée par les instruments de mesure pour leur fonctionnement ne mérite d'attirer l'attention que lorsqu'il s'agit des compteurs placés chez les consommateurs.

On comprend facilement que cette consommation ne présente pas la même importance en ce qui concerne les instruments, autres que les compteurs. Ainsi, par exemple, 3 voltmètres électromagnétiques à 200 volts, consomment moins d'énergie qu'une lampe à incandescence de 8 bougies. En faisant la somme des quantités d'énergie absorbées, pendant une année, par tous les instruments de mesure placés sur le tableau de distribution d'une station centrale, on arrive, il est vrai, à un total respectable ; cela n'empêche pas que la suppression de cette consommation d'énergie n'aurait qu'une influence très minime sur la dépense en charbon de la station, si toutefois elle en a une.

Le tableau ci-après donne approximativement la puissance dépensée par les différents types usuels d'ampèremètres et de voltmètres au régime de lecture maximum de leur échelle.

***

La partie du mémoire de MM. Edgcumbe et Punga, relative au degré de précision des instruments de mesure, a donné lieu à une discussion que nous résumons dans ce qui suit :

PUISSANCE ABSORBÉE PAR DIFFÉRENTS TYPES D'INSTRUMENTS DE MESURE

Types d'instrument.	Intensité en ampères du courant consommé dans les voltmètres.	Chute de tension produite par les ampèremètres.	Watts.
Voltmètre à fer doux mobile de 10 volts	0,2	—	2
— — 100 —	0,06	—	6
— — 200 —	0,05	—	10
— — 500 —	0,04	—	20
Ampèremètre à fer doux mobile de 10 ampères	—	0,3 volt	3
— — 100 —	—	0,03 volt	3
— — 500 —	—	0,07 à 0,01 volt	3,5 à 5
Voltmètre à bobine mobile de 0 à 200 volts	0,01	—	2
— — de 100 à 200 —	0,02	—	4
Ampèremètre à bobine mobile de 500 ampères	—	0,08 volt	40
Voltmètre thermique de 200 volts	0,17	—	34
Ampèremètre thermique de 500 ampères	—	0,2 volt	100
Voltmètre à induction	sont généralement montés sur des transformateurs		5 à 8
Ampèremètre à induction			
Voltmètre électrodynamique de 200 volts	0,05	—	10
Ampèremètre électrodynamique de 100 ampères	—	0,5 volt	50

A propos de la question du degré de précision, le colonel Crompton fait remarquer que les instruments sortant des ateliers du constructeur pourraient être irréprochables et parfaitement étalonnés, mais que cela n'impliquait pas qu'une fois mis en service, les indications qu'ils fournissent aient le degré d'exactitude voulue. Il dit à ce sujet, et avec juste raison, que l'emballage, le transport, les actions climatériques peuvent amener des perturbations dans leur fonctionnement et que, de plus, ils sont parfois installés dans des condi-

(1) Voir *l'Electricien*, n° 723, page 296.

tions bien différentes de celles dans lesquelles a été effectué l'étalonnage. Il importe donc de prendre certaines précautions pour éviter ces inconvénients et le moyen le plus sûr consiste, ainsi que le recommande M. Crompton, à munir toute installation d'une série d'instruments servant d'étalons et permettant de contrôler de temps à autre l'exactitude de tous ceux qui sont en service sur le tableau de distribution, afin de pouvoir régler ces derniers lorsqu'il y a lieu.

Il faudrait amener les constructeurs à établir des instruments étalons donnant une déviation d'amplitude déterminée, pour un courant ayant une intensité d'un certain nombre de milliampères ou pour une différence de potentiel correspondant à un certain nombre de millivolts appliqué à leurs bornes. C'est dans cet ordre d'idées que le colonel Crompton a adopté des types d'étalons qui donnent une déviation allant jusqu'à la limite de la graduation avec un courant de 15 milliampères pour les voltmètres et avec une différence de potentiel de 75 millivolts pour les ampèremètres.

Pour obtenir que les instruments de mesure, une fois installés sur les tableaux de distribution, puissent donner des indications aussi précises qu'au moment où ils ont été étalonnés chez le constructeur, ils doivent satisfaire aux conditions suivantes :

1° Etre identiques au moment du premier étalonnage;

2° Permettre d'effectuer un réglage rapide, de manière à pouvoir les ramener facilement aux conditions normales de fonctionnement lorsqu'on les compare avec les étalons.

La première de ces conditions est facile à réaliser et, à ce sujet, le colonel Crompton rappelle que tous les constructeurs doivent être reconnaissants à Mme Curie d'avoir publié ses intéressants travaux sur la saturation et la constance d'aimantation des barreaux d'acier. Mme Curie a montré l'importance qu'il y avait à porter le barreau d'acier qu'il s'agit d'aimanter à une température convenable, avant de procéder à la trempe et si l'on suit exactement les indications qu'elle donne, on obtient d'excellents résultats qui sont toujours identiques. La précision à laquelle on peut aujourd'hui arriver dans la fabrication des aimants permanents constitue un avantage précieux pour les constructeurs. Ces derniers doivent aussi apporter tous leurs soins à la construction des pièces polaires, à l'alésage de l'entrefer, à la confection de la bobine mobile, etc. Grâce aux machines-outils que l'on possède aujourd'hui, il est possible d'arriver dans la construction à un degré de précision tel qu'il avait été jusqu'ici considéré comme irréalisable.

M. Crompton ajoute que pour obtenir des instruments à bobine mobile qui soient interchangeables ainsi que les auteurs de la communication désireraient en voir l'usage répandu, il faut se préoccuper de l'établissement des contacts servant à amener le courant à la bobine mobile, de la construction des pivots et aussi des ressorts antagonistes. Avec un mode de fabrication bien organisé, il est possible d'obtenir, en ce qui concerne les points précités, le degré de précision suffisant pour que les instruments soient pratiquement interchangeables dans les limites des lectures ordinaires. Un grand nombre des causes d'erreur signalées dans la communication de MM. Edgcumbe et Punga sont dues, en réalité, au manque de précision dans la fabrication. Or, il est très facile d'obtenir la précision voulue si le constructeur organise convenablement son installation et sait choisir son outillage; en même temps, il pourra réduire dans une proportion importante le prix de revient des instruments à bobine mobile. En effet, l'emploi de machines-outils de précision permet, aujourd'hui, d'obtenir des pièces irréprochables et à un prix relativement peu élevé. Dans l'état actuel de l'industrie, la précision d'un instrument de mesure ne dépend plus de l'habileté personnelle de l'ouvrier, mais bien des qualités de la machine-outil utilisée.

Revenant à la question des étalons, M. Crompton ajoute qu'il n'est point nécessaire que ces instruments, tout en étant bien construits, soient de qualité supérieure à celle des instruments placés sur le tableau. Destinés uniquement au contrôle de ces derniers, les étalons construits par la maison Crompton sont disposés pour que l'aiguille indicatrice ne se déplace que dans des limites réduites; on réduit ainsi les risques de détérioration au cours des transports, les ressorts sont moins exposés à se déformer et l'aiguille à se fausser sous l'action des chocs. En ce qui concerne les instruments à vérifier, il est nécessaire que les organes susceptibles de réglage soient facilement accessibles et que l'on puisse les manœuvrer sans avoir à démonter l'instrument. Dans ces conditions, tous les instruments d'un tableau de distribution peuvent être très rapidement réglés dès que le montage est terminé.

Toujours à propos du degré de précision, M. J. Rennie demande ce qu'il faut entendre par le terme précision. Les auteurs de la communication, dit-il, parlent d'une précision de 0,1 0/0 et trouvent que cela n'est pas encore suffisant.

M. Rennie trouve qu'une précision de 0,1 0/0 est inutile et que, d'autre part, une précision à 5 0/0 près est inadmissible. Il dit que la question du degré de précision désirable doit être réglée par les ingénieurs des stations centrales après accord avec les constructeurs. Une fois cet accord établi, il se présentera d'autres questions à résoudre qui sont également importantes, telles, par exemple, que celles des bornes, de la disposition à donner aux graduations, de la forme des aiguilles indicatrices, etc.

M. Evershed estime que les considérations géné-

rales développées par les auteurs contiennent de précieuses indications pour les ingénieurs de stations centrales.

A propos des échelles employées, M. Evershed fait remarquer que, jadis, on gravait les divisions sur un disque de métal; les échelles ainsi gravées ont une durée pratiquement illimitée, mais, par contre, leur construction est difficile et leur prix de revient élevé: en outre, elles ne présentent pas toujours une très grande précision. Il y a quelques années, on donnait la préférence aux graduations sur émail; mais comme on n'a pas encore trouvé de procédé mécanique permettant de faire des inscriptions sur l'émail, il ne fut pas possible d'obtenir des divisions ayant l'exactitude voulue. On constata également que lorsque les instruments munis de graduations sur émail étaient installés dans des locaux où la température est toujours assez élevée, comme dans les salles de machines, l'émail se détachait de son support métallique au bout de quelque temps.

Les résultats peu satisfaisants obtenus avec les échelles gravées et émaillées ont conduit à adopter de simples graduations sur papier, les seules presque universellement employées actuellement. Ce genre d'échelles donne toute satisfaction, car la graduation peut être imprimée ou tracée très facilement et très exactement; en outre, le disque de papier une fois bien collé sur une plaque métallique et recouvert d'une couche de vernis se conserve intact pendant très longtemps.

M. le professeur Ayrton rappelle que les auteurs ont parlé des erreurs dues aux champs magnétiques voisins, autrement dit à l'influence des conducteurs parcourus par des courants, et ont donné dans un tableau la valeur approximative des erreurs dues à l'action d'un conducteur donnant passage à un courant de 1000 ampères et placé à 1 mètre des instruments de mesure.

Dans le but de vérifier l'exactitude des valeurs indiquées, M. Ayrton a fait relever la valeur des champs magnétiques en divers points du tableau de distribution d'une des principales stations centrales de Londres et il a été constaté que ces champs magnétiques avaient une valeur bien plus grande. Aussi, par exemple, un conducteur donnant passage à 1000 ampères et placé à 1 mètre de distance du point considéré donnait naissance en ce point à un champ magnétique, dont la valeur était de 2 unités C. G. S., tandis qu'en certains autres points du tableau cette valeur s'élevait à 71 unités, c'est-à-dire à 36 fois la valeur admise par les auteurs dans leur travail. En beaucoup d'autres points, cette valeur variait de 32 à 20 unités. Il s'ensuit qu'en présence de cette situation, les erreurs sont beaucoup plus considérables. On peut facilement se rendre compte de cet état de choses en considérant un tableau de distribution ordinaire de 2 m de hauteur et de 2,10 m environ de largeur. Si on suppose une barre collectrice fixée à la partie supérieure de ce tableau et une seconde, à la partie inférieure, si chacune d'elles donne passage à 1000 ampères, le centre du tableau sera le siège d'un champ magnétique de valeur égale à deux fois celle mentionnée dans le mémoire des auteurs. D'autre part, dans beaucoup de stations centrales, on se trouve en présence d'intensités atteignant 4000 ampères et comme tous les instruments de mesure ne peuvent être installés au centre du tableau et que les barres collectrices ne sont pas invariablement disposées en haut et en bas du tableau, l'action des champs magnétiques sur les instruments de mesure est dix fois plus considérable que celle supposée par les auteurs.

M. Ayrton ajoute que les perturbations dues au champ magnétique d'une dynamo sont très faibles, car les dynamos multipolaires que l'on construit actuellement, même les plus puissantes, ne donnent naissance qu'à un champ de dispersion très faible, comparable à celui de la terre. Il est donc reconnu que les perturbations dues aux champs magnétiques proviennent surtout des conducteurs donnant passage à des courants de grande intensité plutôt que des dynamos.

(*A suivre*).

L'INSTALLATION HYDRAULICO-ÉLECTRIQUE DE DUERO (MEXIQUE)

Nous empruntons à l'*Elektrotechnische Zeitschrift* les détails ci-après sur une usine centrale hydraulico-électrique qui vient d'être construite en un point situé à 160 km de la ville de Guanajuato (Mexique) et qui est surtout destinée à alimenter d'énergie électrique les exploitations minières du voisinage de cette ville.

Dans l'angle nord de la vallée de Tangancicuaro se réunissent deux petits torrents dont les eaux, sous le nom de Duero, traversent ensuite la vallée accidentée de Zamora. La puissance hydraulique disponible en ce point atteint, même aux époques les plus défavorables, 8000 ch et on peut l'augmenter considérablement en utilisant l'eau des nombreux lacs de la région.

L'usine centrale, d'une superficie intérieure de 60 $\times$ 9,6 m, contient quatre groupes électrogènes principaux. Chacun de ces groupes consiste en une génératrice à courant triphasé de 1250 kw fournie par la Compagnie « General Electric », et en deux turbines faisant 600 tours par minute qui sont directement accouplées des deux côtés de cette génératrice. Les groupes électrogènes fournissent du courant triphasé sous 2300 volts et à 60 périodes. Pour l'excitation, l'on a prévu deux machines à courant continu; chacune de ces dernières, d'une puissance de 120 kw, suffit pour exciter les quatre groupes principaux.

Le courant triphasé est amené, par l'intermédiaire du tableau de distribution de basse tension, à des groupes de transformateurs monophasés, ayant chacun une puissance de 1080 kw. Ces transformateurs, dont les primaires sont montés en triangle et les secondaires en étoile, élèvent la tension à 40 000, 50 000 ou 60 000 volts; ils sont placés dans l'huile et refroidis par une circulation d'eau. Les conducteurs à haute tension passent par des ouvertures circulaires pratiquées dans le pignon du bâtiment et se rendent aux disjoncteurs installés en dehors de l'usine. Dans l'intérieur de la salle des transformateurs, on a logé les parafoudres.

La ligne de transport à grande distance, d'une longueur de 160 km, offre un intérêt tout particulier, en ce sens qu'elle s'écarte du mode de construction ordinaire. Les conducteurs sont formés de petits fils de cuivre toronnés qui ont été reliés ensemble, aux points de raccordement, par des manchons et des alésages, sans qu'on ait eu recours à des soudures. Les poteaux en fer ont 12 m de hauteur et sont éloignés de 135 m les uns des autres. A proximité de Guanajuato, en raison de la nature du terrain, on a employé des poteaux de 18 m de hauteur, distants de 396 m les uns des autres. Les trois conducteurs de la canalisation forment un triangle équilatéral dont chaque côté mesure 1,95 m; ils reposent sur des isolateurs Locke en porcelaine. Ces derniers, divisés en quatre parties, présentent un diamètre maximum de 350 mm, avec 300 mm de hauteur. A 3 m au-dessous des conducteurs à haute tension, l'on a fixé, sur les mêmes poteaux, la ligne téléphonique de l'installation. La ligne de transport est divisée en quatre sections, chacune de 40 km, entre lesquelles on a établi des disjoncteurs. Les conducteurs à haute tension aboutissent à la sous-station de Guanajuato par de vastes ouvertures circulaires pratiquées dans la muraille, après avoir franchi les disjoncteurs et les parafoudres. Dans la sous-station de Guanajuato, la tension est abaissée à 15 000 volts par des groupes de transformateurs monophasés refroidis par un bain d'huile avec circulation d'eau. Les circuits de distribution, au nombre de six, sont munis également de disjoncteurs et de parafoudres. Ils reposent sur des isolateurs en porcelaine de 130 mm de diamètre, que portent des poteaux en bois de 9 à 10 m de hauteur. Dans les districts miniers du voisinage, la tension est encore abaissée et réduite à 460 volts pour l'alimentation des moteurs. Pour l'éclairage de la ville, des transformateurs de 150 kw alimentent un réseau diphasé sous la tension de 2100 volts.

Un embranchement se détache de la ligne principale et se rend à une seconde sous-station située à Irapuato, où la tension est abaissée de 60 000 à 15 000 volts par quatre transformateurs, chacun de 200 kw. L'abaissement de la tension à 460 volts est assuré par quatre tranformateurs ayant chacun une puissance de 75 kw; deux autres transformateurs de 40 kw abaissent la tension de 15 000 à 2200 volts. A Irapuato, l'énergie électrique alimente des moteurs industriels, ainsi que l'éclairage.

G.

DANGERS DU COURANT ÉLECTRIQUE

ET MOYENS DE LES ÉVITER

(Suite) (1).

Mesures de précaution. — Nous en arrivons maintenant aux mesures de précaution, que nous pouvons classer en trois catégories :

1° Les précautions générales à observer pour le choix du matériel et le montage de l'installation. Elles ont autant pour but d'assurer la bonne conservation de l'installation et de diminuer les risques d'incendie que d'augmenter la sécurité des personnes;

2° Les dispositions et mesures de précaution à prévoir dès le montage de l'installation, et ayant spécialement pour but de diminuer les risques d'accidents de personnes. (Elles ne sont, en général, nécessaires qu'à partir d'une certaine tension);

3° Les précautions à prendre pendant l'exploitation pour éviter les accidents et les soins à donner aux personnes atteintes par le courant.

Mesures de précaution générales. — Nous ne dirons que quelques mots de la première catégorie, car, pour entrer dans les détails, il nous faudrait citer et expliquer les divers règlements et instructions tout au long. D'une manière générale, toutes les mesures qui tendent à diminuer les risques d'incendie, telles que l'isolation des conducteurs, les soins apportés à leur fixation, la protection mécanique ou la mise hors d'atteinte des conducteurs nus ou isolés, la limitation de l'échauffement des différentes parties d'un circuit, la construction rationnelle et la disposition judicieuse des appareils tels qu'interrupteurs, coupe-circuits, parafoudres et autres, le maintien d'un isolement élevé, etc., diminuent en même temps les risques d'accidents directs ou indirects. Nous avons vu, précédemment déjà, jusqu'à quel point l'isolement d'une installation pouvait, non seulement atténuer, mais même annuler les risques d'accidents, mais nous avons vu également qu'il ne fallait pas compter sur cette protection, surtout quand il s'agissait de haute tension.

Mesures de précaution spéciales à prévoir dès le montage. — La deuxième catégorie des mesures de précaution à observer est celle qui nous intéresse le plus. Ici encore il conviendra

(1) Voir l'*Électricien*, n° 721, p. 266 et n° 722, p. 281 et n° 723, p. 300.

d'exiger certaines dispositions, très simples, il est vrai, quelle que soit la tension; puis à partir de la limite reconnue dangereuse il faudra être plus sévère tout en réservant des prescriptions plus rigoureuses encore pour des tensions plus élevées qui méritent réellement le nom de hautes tensions.

Tous les conducteurs nus sous tension devront être mis hors d'atteinte ou protégés lorsqu'ils seront situés dans des locaux tels que *magasins*, *appartements*, *ateliers*, etc., accessibles à des personnes étrangères au service de l'installation électrique. Ces précautions sont à prendre quelle que soit la tension, et si elles peuvent paraître un peu rigoureuses pour les très basses tensions c'est parce qu'il faut envisager non seulement les accidents causés directement par un contact avec un conducteur sous tension, mais aussi ceux pouvant résulter indirectement d'un contact qui, par lui-même, serait inoffensif, tels que : chutes d'échelle, accidents de courroie et autres.

La protection des interrupteurs et des coupe-circuits par des boîtes a également pour but d'éviter des brûlures et autres accidents causés par les arcs électriques qui peuvent se former à la rupture d'un circuit, malgré la bonne construction de l'interrupteur ou du coupe-circuit.

Cependant, tant que la tension ne dépassera pas 200 à 250 volts en courant alternatif et 400 à 500 volts en courant continu, on pourra tolérer que les conducteurs nus tels que collecteurs, touches de rhéostats et autres organes semblables exigeant une surveillance spéciale restent découverts et à portée de la main, à condition toutefois que l'on ne puisse les atteindre que d'un plancher bien sec et, par suite, isolant.

Aussitôt que la tension dépassera ces limites, il ne pourra plus être question, sous aucun prétexte, de laisser découverts ou à portée de la main (dans des locaux accessibles à tout le monde) des conducteurs sous tension; donc les collecteurs ou autres organes exigeant de la surveillance devront être soit recouverts, soit placés hors d'atteinte. Il sera bon d'appliquer également des dispositifs de protection aux appareils et conducteurs situés dans les *salles de machines*, *postes de distribution*, etc., qui, normalement, ne sont accessibles qu'au personnel de service. Cependant, comme certains conducteurs devront rester accessibles par destination, il conviendra de prémunir le personnel de service contre les contacts dangereux. Le moyen le plus simple dont on dispose pour atténuer le danger d'un contact unique (les contacts doubles devront être évités en ne se servant, en général, que d'une main pour la manœuvre des appareils et en laissant l'autre en poche, par exemple) est l'interposition d'une grande résistance entre la personne en contact et le sol. Pour les tensions par trop élevées, par exemple jusqu'à 600 volts, une planche bien sèche ou un simple tapis en linoleum ou en caoutchouc pourront constituer un isolement suffisant de la personne, mais au-dessus il conviendra de prendre plusieurs tapis de caoutchouc superposés, des planchers en bois supportés par des isolateurs en porcelaine, des dalles de verre ou autres dispositions analogues. Mais, dans tous les cas, ces tapis ou planchers devront être assez larges (ou entourés de balustrades isolées) pour que l'on ne puisse pas atteindre les conducteurs ou appareils en question sans être entièrement isolé. D'autre part, il est évident que plus la tension sera élevée, plus il faudra chercher à restreindre le nombre et la surface des conducteurs non couverts ou accessibles. Avec la tendance actuelle d'employer de plus en plus les courants alternatifs ou polyphasés pour les hautes tensions, cela devient facile au moins pour les machines, car les collecteurs, qui demandent des soins et ne peuvent être que très rarement enfermés, sont supprimés.

Tableaux de distribution. — Pour les tableaux de distribution, il y a lieu de distinguer entre la face antérieure et la face postérieure, laquelle, dans les tableaux modernes, se transforme souvent en une chambre de distribution.

Quoi qu'il y ait des règlements, comme, par exemple. les prescriptions allemandes qui tolèrent, sur la face antérieure du tableau, des conducteurs sous n'importe quelle tension (à condition, bien entendu, que ces tableaux soient placés dans des salles de machines accessibles seulement au personnel de service et qu'ils soient entourés d'un plancher ou tapis isolant), nous ne pouvons pas approuver cette tolérance, car un personnel qui a toujours devant les yeux et à portée de la main des conducteurs dangereux finit par ne plus y faire attention et devient négligent. Nous estimons, au contraire, que, pour être prudent, il faut proscrire de la face antérieure du tableau tout conducteur nu dont la tension dépassera environ 600 volts.

Ceci n'est évidemment pas possible sur la face postérieure des tableaux à haute tension et dans des cabines de transformateurs, par exemple. Pour ces espaces et locaux spéciaux contenant des conducteurs nus à haute tension, nous recommandons de se conformer aux règles suivantes : Fermer ces locaux et n'en confier la clef qu'à des personnes responsables, et, s'il n'y a pas d'appareils à desservir, les laisser inaccessibles tant qu'il y a de la tension. Cependant, s'il y a des coupe-circuits et des interrupteurs derrière les tableaux, il convient de laisser un passage libre d'au moins 1 m en largeur et de 2 m en hauteur, dans lequel aucune partie conductrice ne fasse saillie et dont le plancher soit complètement isolant.

Les prescriptions allemandes demandent, en plus, que si les deux côtés opposés d'une chambre intérieure de tableau comportent des conducteurs

nus sous tension, la largeur du passage libre soit portée à 2 m et divisée par une main courante ou barrière. Il n'est pas dit que cette main courante doit être isolée de terre, et, avec la tendance actuelle de mettre tout à la terre, bien des installateurs pourraient le faire. Cela serait, à notre avis, une grosse faute, car une telle barrière mise à la terre constituerait un danger permanent pour le personnel de service, et d'ailleurs les prescriptions suisses mentionnent la nécessité de les isoler. Certaines maisons suisses, et en particulier les ateliers d'Oerlikon, ont pris l'habitude de mettre de ces mains courantes isolées, non pas comme séparation, mais, au contraire, devant les appareils à desservir. Cette disposition que l'on trouve à la station de Pierre de Plan, de Lausanne, et à la station « Monbijou », à Berne, nous paraît excellente, car elle permet au personnel de service de tenir cette main courante de la main gauche, et d'avoir ainsi une position beaucoup plus stable pour retirer un coupe-circuit par exemple, tout en diminuant énormément les risques d'un contact simultané de deux conducteurs à des tensions différentes.

Il est évident, qu'en outre, tous les appareils produisant une interruption de courant ou dans lesquels il peut éventuellement se former un arc, comme, par exemple, les coupe-circuits, interrupteurs, commutateurs, parafoudres, etc., doivent être disposés et protégés de manière à n'occasionner aucune brûlure par leur fonctionnement.

Les lignes extérieures ou aériennes de toute tension doivent naturellement être également hors d'atteinte, en particulier lorsqu'elles passent sur des toits. Pour les lignes à haute tension, il faut, en outre, prendre toutes les précautions utiles pour empêcher les fils de tomber, en cas de rupture, sur les voies publiques ou autres endroits fréquentés, soit en disposant des filets en dessous des lignes, soit en munissant les poteaux d'angles de dispositifs pour retenir les conducteurs dans le cas de bris d'un isolateur, soit en employant des crochets spéciaux qui détachent complètement la ligne en cas de rupture du fil. Il est nécessaire également de prévoir des dispositions spéciales pour empêcher de grimper sur les poteaux.

Il n'est pas sans intérêt de signaler ici une différence sensible qui existe entre les règlements officiels français et les prescriptions allemandes ou suisses. Ces dernières interdisent d'une façon formelle l'emploi de fils isolés pour les lignes aériennes à haute tension, alors que les prescriptions françaises exigeaient autrefois, et certaines administrations encore aujourd'hui, l'isolement dit « ministériel ».

Cette isolation, qui se compose uniquement de matières textiles sans caoutchouc, est d'ailleurs rapidement déchiquetée par les agents atmosphériques et donne aux lignes un aspect peu coquet. Au point de vue de la sécurité, nous nous rangeons à l'avis des promoteurs du fil nu, car l'isolation, dans ce cas, ne peut donner qu'une fausse sécurité et met, en cas de rupture de la ligne, un obstacle à la mise à la terre dont nous allons voir dans la suite toute l'importance.

Toutes les mesures de précaution que nous venons d'examiner jusqu'ici ont spécialement pour but d'empêcher un contact direct avec un conducteur sous tension, ou d'atténuer les effets d'un tel contact. Mais il peut se produire dans une installation électrique encore d'autres contacts qui peuvent être dangereux, et qui le seront d'autant plus que l'on y fera moins attention. Tous les corps métalliques ou, d'une façon générale, bons conducteurs qui, par destination, ne font pas partie d'un circuit électrique, mais qui se trouvent dans son voisinage immédiat, peuvent, à un moment donné, être portés à un potentiel très différent de celui de la terre, et ceci, soit par une charge électrostatique, soit par la rupture d'un isolant, soit pour toute autre cause. La présence à portée de la main d'un tel corps sera, à tension égale, beaucoup plus dangereuse que celle d'une partie du circuit électrique, parce que l'état particulier de ce corps ne se révélera, en général, par aucun signe apparent, et que l'on ne se méfiera pas de toucher à pleines mains un objet qui, la veille, était inoffensif.

Les corps qui peuvent être dans cet état sont, en général, ceux qui se trouvent dans le voisinage immédiat de conducteurs sous tension, par exemple les bâtis des machines, des transformateurs, les cadres métalliques des tableaux, les enveloppes métalliques de protection, les lustres mêmes et les poteaux métalliques, etc. Nous pouvons évidemment, pour nous garantir, prendre les mêmes précautions pour ces corps comme s'ils faisaient réellement partie du circuit électrique, c'est-à-dire les isoler soigneusement de la terre et les entourer de planchers ou tapis isolants, de telle façon qu'une personne ne puisse les toucher sans être elle même isolée, et qu'elle ne puisse toucher simultanément l'objet ou le corps que nous voulons isoler et un objet conducteur non isolé. C'est un système de protection qui a rendu de grands services dans certains cas. Seulement, vous voyez de grandes difficultés surgir dans son application générale. Il sera, par exemple, complètement impraticable dans le cas de dynamos à haute tension directement accouplées aux machines motrices à vapeur ou à gaz, car nous ne pouvons songer à isoler une grande dynamo de la machine à vapeur pour des raisons de solidité mécanique, et encore moins à isoler de terre la dynamo avec la machine à vapeur.

Victor Kammerer,
Ingénieur du service électrique
de l'Association alsacienne.

(A suivre.)



ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 19 SEPTEMBRE 1904

Pas de communication relative à l'électricité.

SÉANCE DU 26 SEPTEMBRE 1904

MM. Ch.-Eug. Guye et A. Schidlof communiquent une note *sur l'énergie dissipée dans le fer par hystérésis aux fréquences élevées*. Les expériences faites par les auteurs confirment, avec une approximation plus grande les résultats précédemment obtenus, c'est-à-dire que l'énergie consommée par cycle est, dans ces limites de fréquence, indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle d'aimantation est parcouru.

SÉANCE DU 3 OCTOBRE 1904

M. Mascart présente une note de M. A.-B. Chauveau *sur la déperdition de l'électricité dans l'air, au voisinage des sources thermales*. L'auteur expose les recherches qu'il a effectuées au voisinage des sources qui alimentent les thermes de Cauterets. Il a constaté que la déperdition observée au voisinage du réservoir est trois fois plus grande environ que la déperdition à l'air libre.

SÉANCE DU 10 OCTOBRE 1904

M. Henri Moissan dépose sur le bureau de l'Académie un exemplaire de l'édition anglaise de son volume *le Four électrique*. Cette traduction, faite par M. de Mouilpied, comprend, tout à la fois, le supplément déjà publié en Allemagne et de nouvelles recherches sur quelques carbures, borures et siliciures.

M. Darfeuille adresse une note sur une nouvelle pile.

BIBLIOGRAPHIE

Traité pratique du transport de l'énergie par l'électricité, par Louis Bell. Traduit sur la 3e édition américaine, revue et augmentée par Armand Lehmann. — Un volume, format 25 × 16 cm, de xxi-714 pages avec 288 figures et xxi planches. Prix : broché, 25 francs; cartonné, 26 fr. 50 (Paris, Vve Ch. Dunod, éditeur).

La question si importante, au point de vue industriel, des transmissions électriques d'énergie à grande distance n'a jusqu'ici été traitée d'une manière plus ou moins complète que dans quelques rares ouvrages. En France, nous n'avions que le livre de M. Kapp, dont M. Boistel a publié une traduction française il y a déjà une dizaine d'années; depuis cette époque, d'immenses progrès ont été réalisés dans cette branche de l'industrie électrique et il était désirable qu'un ouvrage nouveau nous donnât tous les renseignements nécessaires à ce sujet. L'édition française de l'ouvrage de M. Bell vient heureusement combler cette lacune.

Conçu dans l'esprit américain si net et si pratique, le livre de M. Bell comporte à côté des renseignements techniques, exposés avec la plus grande clarté, des considérations financières et économiques, ce qui lui donne un caractère tout particulier. Ce n'est ni un ouvrage purement scientifique ni un livre de vulgarisation, mais bien un véritable guide pratique permettant à l'industriel et à l'ingénieur de choisir judicieusement et en connaissance de cause les méthodes et les machines à employer dans le cas qu'il a en vue. Il ne faut pas croire que le côté scientifique soit négligé pour cela, mais l'auteur a eu le rare mérite de limiter les questions théoriques au strict nécessaire.

Pour donner une idée de la diversité des matières traitées dans cet excellent ouvrage, nous résumerons rapidement son contenu.

Les principes élémentaires de mécanique et d'électricité ainsi que des considérations sur les diverses formes d'énergie font l'objet du chapitre i, constituant ainsi une sorte d'introduction, du reste indispensable et ne comportant qu'une vingtaine de pages.

Dans le chapitre ii, *Conditions générales d'un transport de force*, on trouve d'abord une classification des sources diverses d'énergie, des différents procédés de transmission et la comparaison de ces différents procédés.

Le transport d'énergie par courants continus et par courants alternatifs est examiné dans les chapitres iii et iv, tandis que dans le chapitre v, l'auteur développe d'une manière très claire et concise les propriétés des courants alternatifs.

Les principes, les propriétés et l'utilisation des moteurs synchrones et des moteurs d'induction sont exposés dans le chapitre vi. Le chapitre suivant traite des transformateurs

Les chapitres viii, ix et x sont consacrés respectivement aux moteurs et chaudières à vapeur, aux turbines et moteurs hydrauliques et à l'aménagement d'une chute d'eau. Ces trois chapitres renferment des indications pratiques de la plus grande utilité et sont utilement complétés par le chapitre x traitant de l'organisation d'une station génératrice.

La question si importante de la ligne et de sa construction ne comporte guère moins de 100 pages où le lecteur trouvera réunis des renseignements précieux et des indications pratiques des plus utiles.

Les centres de distribution et les divers modes de distribution sont soigneusement décrits dans le chapitre xiv qui se termine par une étude du problème général d'une distribution d'énergie électrique Le côté technique du problème ainsi élucidé, l'auteur le complète dans le chapitre suivant par l'étude de la même question au point de vue commercial et financier et ce n'est pas le côté le moins utile de la question.

La mesure de l'énergie électrique est traitée dans le chapitre xvi. Après avoir exposé les principes généraux sur lesquels sont fondés les instruments de mesure, l'auteur décrit les principaux types de ces divers instruments

L'ouvrage se termine par un exposé de l'état actuel de la question des transports d'énergie à haute tension.

En résumé, le livre de M. Bell contient tout ce qu'il est indispensable de connaître sur le transport électrique de l'énergie et il est appelé à rendre de grands services à tous les électriciens, car il constitue un guide absolument pratique. Le succès de ce livre sera pleinement justifié.

Les piles sèches et leurs applications. *Lumière de poche, applications à l'automobile et à l'allumage des moteurs à explosion*, par A. Berthier. — Un volume format 19 × 13 cm

avec 35 figures. Prix : 1 fr. 50. (Paris, H Desforges, éditeur.)

Il n'existait, jusqu'à ce jour, aucun ouvrage sur les piles sèches qui seraient beaucoup plus exactement désignées sous le nom de piles à liquide immobilisé. Le petit volume que vient de publier M. Berthier parait bien à son heure, au moment où les applications de ces piles se multiplient de plus en plus.

Après des indications sur l'immobilisation du liquide des piles sèches l'auteur décrit, avec figures à l'appui, les diverses piles sèches à liquide excitateur salin et à liquide alcalin, ainsi que les dispositifs particuliers de certaines de ces piles; il termine par les applications aux petites lampes portatives, à l'automobile et à l'allumage des moteurs à explosion.

En résumé, ce petit volume, par les renseignements pratiques qu'il donne, est appelé à rendre de grands services aux électriciens, aux conducteurs d'automobiles et, en général, à tous ceux qu'intéressent les multiples applications de l'électricité.

-∞-

Lois fondamentales de l'électrochimie, par P.-Th. Muller. — Un vol. format 19 × 12 cm, de l'Encyclopédie des Aide-mémoire. Prix : broché, 2 fr. 50 et cartonné, 3 fr. (Paris, librairie Gauthier-Villars)

Dans ce livre, l'auteur expose les lois les plus importantes qui servent de base à l'électro-chimie moderne.

L'ouvrage est divisé en cinq chapitres. — Le chapitre I traite de l'électrolyse en insistant sur l'hypothèse féconde des ions qui, actuellement, permet seule de pénétrer dans l'intimité des phénomènes électrochimiques. Dans le chapitre II, il est question des changements de concentration dus à l'électrolyse, et on y apprend à mesurer la vitesse relative des ions. — La conductibilité des électrolytes fait l'objet du chapitre III; on met en lumière l'influence de la concentration des solutions, de la température et celle de la mobilité différente des ions. — Le chapitre IV sur les forces électromotrices occupe près de la moitié de l'ouvrage; c'est aussi le plus important, puisqu'il nous renseigne sur l'origine des forces électromotrices et, par suite, sur la quantité d'énergie qu'il faut dépenser dans une électrolyse et sur la façon dont s'opère la décharge aux électrodes. — Enfin, le cinquième chapitre poursuit partiellement le même sujet, mais surtout au point de vue thermochimique.

Dans le corps de l'ouvrage les calculs sont réduits au maximum de simplicité; on a rejeté en appendice la démonstration de quelques formules indispensables.

Nous croyons que ce livre sera lu avec intérêt et profit par toutes les personnes qui, avant de se lancer dans les problèmes de l'électrolyse pratique, sont soucieuses de se rendre compte de la solidité des fondements actuels de l'électrochimie.

-∞-

Manuel de pratique mécanique *à l'usage des chauffeurs d'automobile, des mécaniciens et des amateurs*, par René Champly. — Un volume, format 19 × 13 cm, de 324 pages avec 300 figures. Prix, broché 3 fr. 50 (Paris, H. Desforges, édit.).

Le nouveau livre de M. Champly continue la série des ouvrages de vulgarisation sur l'automobilisme dont il a commencé la publication. Sa manière très simple et très claire d'exposition permet aux profanes de s'initier facilement aux secrets du travail manuel, ce qui n'empêchera pas les ouvriers de profession d'y trouver des renseignements techniques utiles.

Le but de ce livre pratique est clairement exposé par l'auteur dans la préface que nous reproduisons :

« Tout possesseur d'un véhicule automobile doit être un peu mécanicien : partant de cette vérité indiscutable, je me suis proposé de réunir quelques indications de pratique et de tour de mains qui sont bien connues des ouvriers mécaniciens, mais parfaitement ignorées du commun des mortels, et souvent même des chauffeurs munis de leur permis de conduire. Cependant, l'automobiliste peut, à chaque instant, être obligé de réparer lui-même une pièce cassée de sa voiture, ou tout au moins de se rendre compte si la réparation que lui fait un ouvrier est faite dans de bonnes conditions.

« J'espère que les descriptions très simples des procédés de travail employés en mécanique et des outils principaux, que je donne dans ce livre, permettront aux amateurs, même les moins initiés, de faire en bien des cas le nécessaire. Et puis, n'est-il pas bon, dans notre siècle de machinisme à outrance, que tout le monde sache ce qu'il faut pour entretenir et réparer une machine? Le travail mécanique est le plus captivant qui soit : il développe l'intelligence et le corps; l'homme du monde ne déroge pas en travaillant les métaux : le roi Louis XVI était bon serrurier. Et de nos jours, une Majesté en panne est souvent obligée de mettre un peu ses augustes mains dans l'huile. Je serai heureux si j'ai pu, par les explications que je donne, abréger la réparation de quelques avaries, et donner le goût du travail mécanique aux chauffeurs amateurs. »

-∞-

Telegraphie und Telephonie ohne Draht *(Télégraphie et téléphonie sans fil)*, par Otto Jentsch, inspecteur en chef des postes d'Allemagne. Un volume format 24 × 16 cm de VIII-214 pages avec 156 figures. Prix, broché : 5 mark (Berlin, Julius Springer, éditeur, 1904).

L'ouvrage ci-dessus est une des études d'ensemble les plus étendues qui ait été publiées jusqu'ici sur la télégraphie et la téléphonie sans fil. L'auteur n'y a pas seulement consigné les progrès réalisés, dans les différents pays, en matière de radiotélégraphie; il s'est encore attaché à mettre en relief les recherches et les découvertes dues, sur ce terrain, aux savants et aux inventeurs allemands. M. Jentsch a partagé son livre en trois divisions très inégales. La première (pages 1-42) donne l'historique de la télégraphie sans fil jusqu'en 1903. La deuxième partie, beaucoup plus étendue (pages 45-192), a un caractère dogmatique; après avoir exposé les principes physiques de la télégraphie sans fil, elle analyse les systèmes Marconi, Slaby-Arco, Braun-Siemens, Telefunken (une combinaison des systèmes Slaby-Arco et Braun-Siemens), Lodge-Muirhead, Fessenden, Branly-Popp, Popoff-Ducretet, De Forest, Tesla, Anders Bulls, Blondel, Blochmann, Artom, Guarini. Elle passe ensuite en revue les organes employés en radiotélégraphie : bobines d'induction, interrupteurs, oscillateurs, détecteurs d'ondes, ondomètres. Dans quelques pages consacrées aux applications de la télégraphie sans fil, l'auteur nous apprend que les stations radiographiques allemandes, établies dans le monde

entier, étaient, à la date du 8 juin 1904, au nombre de 303, dont 121 en Allemagne même. Il fait en outre remarquer, après bien d'autres, qu'en l'état actuel la radiotélégraphie ne peut aspirer à remplacer la télégraphie ordinaire; elle est seulement appelée à rendre des services, d'ailleurs précieux, dans certains cas.

La troisième division (pages 196-210) est consacrée à la téléphonie sans fil. Elle examine successivement les problèmes de la téléphonie sans fil par induction, par rayons lumineux, par lumière de la lampe à arc (découvertes de M. Simon, expériences de M. Duddel, résultats pratiques obtenus par M. Ruhmer), par ondes électromagnétiques.

Une table alphabétique termine le livre et permet au lecteur de se reporter immédiatement à la question spéciale qui l'intéresse.

CHRONIQUE

Production économique de l'énergie électrique à la ville et à la campagne.

(*Suite et fin*) (1).

Une autre forme, encore plus simple, de l'association en vue de la production de l'énergie électrique, est permise par la loi sur les associations, du 1er juillet 1901.

Grâce à cette loi, créée surtout dans un but politique, mais que d'heureux amendements ont permis d'appliquer à des entreprises d'intérêts économiques, on peut former, sans autorisation, des associations, pour ainsi dire de familles revêtues, cependant, de toutes les capacités juridiques attachées aux syndicats urbains par la loi du 22 décembre 1888.

Dans la plupart des cas, mon avis est que les associations coopératives de force et de lumière doivent et peuvent se constituer régulièrement, tout simplement en vertu de la loi de 1901.

Je viens d'employer, avec intention, le mot « coopérative », parce qu'il exprime très bien le caractère de ces associations, caractère sans lequel, souvent, elles ne pourraient exploiter et distribuer la force et l'éclairage.

C'est parce qu'elles sont « coopératives » et « mutuelles », c'est-à-dire constituées avec l'obligation absolue de ne faire aucun bénéfice, qu'elles pourront, même sans autorisation de la commune, et même malgré l'opposition des Compagnies concessionnaires, produire, pour leurs adhérents, l'énergie nécessaire à leurs besoins.

On comprend tout de suite l'importance capitale de cette vérité, que je vais justifier par les considérations suivantes :

Malgré tous les privilèges attachés à des concessions d'éclairage, un particulier a le droit de produire lui-même, chez lui, l'énergie électrique.

Dès lors, ce que peut faire un individu, dix, cinquante ou deux cents ont le même droit; mais, comme cette collectivité, pratiquement, ne peut agir individuellement, elle doit revêtir la forme légale de l'association mutuelle ou coopérative.

Ainsi formée, elle reste, aux yeux de la loi, une seule et unique personnalité, pourvue de toutes les capacités que les lois accordent à chaque individu.

Dès lors, je suis fondé à soutenir que, malgré l'opposition d'une compagnie à monopole, une association mutuelle peut aménager des forces naturelles, créer des usines à gazogènes et moteurs, produire et distribuer la force et la lumière, à la seule condition de ne faire aucun bénéfice dans son exploitation.

Une seule objection peut nous être faite : lorsqu'il s'agira d'emprunter, pour la canalisation, le sous-sol des voies publiques, la Compagnie à monopole ne soutiendra-t-elle pas que ce sous-sol lui appartient?

En réalité, elle pourrait le revendiquer s'il s'agissait de l'installation d'une industrie concurrente, mais la mutualité écarte absolument cette hypothèse.

Dans tous les cas, la distribution de l'électricité n'exige que rarement l'occupation du sous-sol. On peut donc dire que, dans la presque totalité des circonstances, aucune opposition d'aucune sorte ne peut être apportée à la constitution de sociétés mutuelles d'électricité et au libre exercice de leur objet social.

J'ai dit tout à l'heure quelles garanties de premier ordre un syndicat, organisé selon la loi du 22 décembre 1888, offre aux prêteurs.

Sans doute, la mutualité, constituée seulement en vertu de la loi du 1er juillet 1901, ne peut présenter, en apparence tout au moins, les mêmes garanties. En réalité, elles sont équivalentes.

Il est certain, en effet, que les engagements individuels de 200 ou 500 consommateurs d'électricité, par exemple, tous solidaires, sont de premier ordre.

Sans entrer dans le détail, je citerai, à l'appui de mon affirmation, le mécanisme des banques populaires qui fonctionnent en Allemagne et en Italie avec tant de prospérité, et chez lesquelles les risques sont, pour ainsi dire, négatifs.

On comprend, en effet, que des consommateurs d'électricité sont toujours en état de payer leurs redevances, d'autant plus qu'étant exigibles d'avance, il suffira de fermer le courant aux sociétaires qui ne seraient plus en état de les payer.

Donc, comme exploitation, pas de pertes possibles.

La plus grande difficulté résidera dans la formation du capital de premier établissement. Je dois dire tout d'abord que ce capital n'est généralement pas élevé, nos tableaux indiquent la dépense pour des usines de 100 ch.

En nous tenant à cet exemple (qui peut servir de type à des installations de communes importantes), on voit qu'il suffit de 50 000 ou 60 000 fr pour construire et aménager une usine à vapeur de 100 ch et de 40 000 à 50 000 fr lorsqu'il s'agit d'une usine à gaz pauvre.

Il ne m'est pas possible d'indiquer les diverses formules qui s'offrent à l'esprit lorsque l'on cherche le moyen de former ce premier capital. L'une de ces formules, très simple, est la suivante :

Je suppose qu'une mutualité ait besoin de 50 000 fr pour aménager une usine d'électricité. Il est vraisemblable que le capital pourra être constitué entre les consommateurs, ou bien sous la forme de souscriptions d'obligations, ou bien encore par un prêteur unique.

Dans ce dernier cas, et pour conserver à notre société son caractère de mutualité, les polices d'abonnement établiraient le prix de l'hectowatt sur les bases ci-après :

1° Prix de revient de l'hectowatt.	Mémoire
2° Intérêts d'amortissement de l'emprunt contracté.	Mémoire
Total. . .	Mémoire

(1) Voir *l'Electricien*, n° 722 page 87.

On voit que, par le simple mécanisme d'un emprunt ordinaire, garanti par hypothèque, et dont le remboursement est mathématiquement assuré par le seul fait de la consommation et du paiement de l'électricité, les ressources nécessaires à l'association peuvent être facilement et économiquement assurées.

Les vertus de la mutualité ne cessent pas d'être opérantes lorsque, dans la commune, existe une entreprise d'éclairage. La mutualité peut alors traiter de puissance à puissance avec la Compagnie et obtenir d'elle le gaz de ville à des prix extrêmement réduits.

Alors, dans bien des cas, je conseillerais l'accord.

Grâce à lui, l'association économiserait une notable partie des frais de premier établissement et de personnel.

Cette solution aurait, en outre, l'avantage d'éviter tous les procès.

Jusqu'à présent, j'ai parlé des installations collectives; mais elles ne sont pas toujours réalisables.

En effet, malheureusement, chez nous, l'esprit d'initiative et d'association est très peu développé. En attendant qu'il se généralise, on doit examiner quels sont les moyens, pour les particuliers, de se procurer l'électricité à bon marché.

Je ne parle pas des industriels qui, déjà, disposent de la force, et je restreindrai mes démonstrations aux particuliers : propriétaires de ville, de campagne, de fermes, de châteaux, de petits ateliers, etc...

Pour ceux-là qui n'entreront pas dans le giron d'une mutualité et qui n'ont besoin que d'une quantité restreinte de force et de lumière, la solution est donnée d'une manière élégante et relativement économique par les groupes dits « Electrogènes ».

Ces appareils se composent d'un carburateur à pétrole, essence ou alcool, d'un moteur et d'une dynamo accouplés ensemble, sous un volume des plus restreints.

A la campagne, ils peuvent s'installer facilement dans un château, dans une dépendance du château, dans une ferme, dans un atelier.

A la ville, ils peuvent servir à produire l'électricité dans une grande maison de rapport ou dans un groupe de maisons contiguës.

Lorsque la localité ne permet pas l'emploi du gaz de ville, les carburants : pétrole, essence, alcool, s'imposent.

Dans les villes, le gaz d'éclairage peut être avantageusement employé.

En comptant la production de l'électricité au prix de Paris, l'hectowatt coûterait :

Pétrole.	0,056
Essence.	0,074
Alcool. . . . . , .	0,076
Gaz de ville à 0,20 fr le m. c.	0,036

Ces prix comprennent l'amortissement en cinq années de la machinerie.

Il est évident que cet outillage peut durer beaucoup plus longtemps; que, d'autre part, à la campagne, un jardinier, un valet de chambre, peut assurer le service de l'électrogène. Dans ce cas, le prix de l'hectowatt reviendrait à une somme très sensiblement inférieure.

Avec la mutualité, on peut donc obtenir de l'électricité collective démocratisée. Avec les installations individuelles, on la produira encore à des prix très inférieurs à ceux des secteurs.

Mais déjà, aux prix que je viens de dire et qui sont tous établis au maximum, on voit quels bienfaits l'électricité à bon marché peut répandre dans toutes les classes de la société.

A Paris et dans les grandes villes, c'est la maison largement pourvue de lumière, c'est la décoration inédite et imprévue des pièces de réception; c'est la cuisine faite à l'électricité; c'est le monte-lettres, l'ascenseur fonctionnant à bon marché; ce sont les sonneries, le téléphone privé, les porteurs de plats, c'est l'horloge, c'est le repassage, c'est la ventilation, c'est la stérilisation de l'eau par l'électrolyse et c'est peut-être, pour demain, le chauffage répandu abondamment dans la maison.

C'est pour le propriétaire l'assurance qu'il louera mieux et plus vite ses appartements : c'est pour les locataires les plus modestes la certitude d'un confort qui n'était permis qu'aux riches.

A la campagne, c'est la ferme métamorphosée, l'outillage agricole devenu intensif; c'est l'attachement du paysan à son village.

Dans l'atelier, c'est la force qui remplace le muscle humain, qui reconstitue l'atelier familial, qui permet la production à bon marché et, cependant, rémunératrice...

C'est pour tous le bien-être répandu; c'est l'élévation de l'homme dans la hiérarchie des êtres; c'est peut-être une parcelle de ce bonheur rêvé par le poète que « la main peut atteindre ».

. . . .

En terminant, M. Stanislas Ferrand a mis en lumière les avantages de l'enseignement théorique et pratique donné aux élèves de l'Ecole d'électricité.

Il a montré que, dans les arts et l'industrie, les jeunes gens fortement instruits à ces sources pures et fortes de la science et du métier deviendront justement les électriciens capables de réaliser tous les progrès entrevus.

-oo-

Le système de télégraphie sans fil syntonique de M. Pupin.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* rapporte que M. le professeur Pupin a imaginé un système de télégraphie sans fil syntonique qui offre les traits essentiels suivants :

Le récepteur consiste en un téléphone dont la membrane n'oscille qu'à une période déterminée. Si on fait agir sur cette membrane des impulsions magnétiques d'une autre période, elle demeure inerte. Comme la membrane en question obéit aux impulsions de la période pour laquelle elle a été accordée, le téléphone émet en conséquence des sons. M. Pupin obtient ce résultat en réglant le nombre de tours de la machine à courant alternatif du transmetteur avec la période d'oscillation de la membrane du récepteur et il détermine la longueur de l'espace dans lequel doivent éclater les étincelles, de manière qu'une étincelle apparaisse seulement chaque fois que la tension employée atteint son maximum. Une clef Morse, insérée dans le circuit du poste transmetteur, sert à interrompre les impulsions de courant pendant un temps plus ou moins long, en sorte de donner aux signaux Morse transmissifs la possibilité de se manifester. — G.

-oo-

Un isolant incombustible pour fils électriques.

L'*Electrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger* nous apprend que la compagnie *Teler Heany Developing* de New-York met en vente des fils électriques pourvus d'un isolant incombustible. A cet effet, les constructeurs

enveloppent leurs fils de fibres d'amiante, puis ils appliquent sur ces fibres un ciment spécial simultanément soumis aux actions de la pression et de la chaleur. On obtient ainsi une gaine isolante épaisse de 0,25 à 0,3 mm et assez uniforme. Cette gaine ne se fendille pas et ne se détache pas davantage; elle supporte des températures pouvant s'élever jusqu'à la chaleur rouge. Des bobines formées de fils ainsi isolés auraient été portées à plusieurs reprises au rouge vif sans éprouver la moindre avarie. — G.

Une nouvelle lampe électrique à incandescence.

Suivant l'*Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger*, la Société Siemens et Halske de Berlin est à la veille de lancer sur le marché une nouvelle lampe à incandescence dont on attend les plus heureux résultats. Dans cette lampe, le filament de charbon aujourd'hui employé est remplacé par un filament métallique, ce qui doit donner une économie sensible dans la consommation d'énergie. Le corps choisi est le tantale ou un alliage composé de tantale et d'un autre métal de la même famille, tel que le niobium ou le vanadium. Dans les lampes à filament de charbon, comme on le sait, l'ampoule se noircit avec le temps, ce qui, d'ailleurs, est le cas également pour les lampes à filament ordinaire de tantale. Ce noircissement provient d'une pulvérisation du métal formant le filament; il se rencontre aussi sur la lampe à osmium alimentée par du courant continu. Mais dans les nouvelles lampes à filament de tantale ou d'un alliage de tantale, on évite presque complètement la formation d'un dépôt noir sur les parois de l'ampoule en faisant préalablement disparaître, par un procédé mécanique ou chimique, la couche d'oxyde que fait naître l'étirage du filament. On assure que la nouvelle lampe pourra faire une concurrence sérieuse à la lampe à osmium. — G.

L'éclairage électrique de Paris.

Le Syndicat professionnel des usines d'électricité, 27, rue Tronchet, à Paris, dans sa séance du 25 octobre 1904, a décidé d'envoyer à M. le Préfet de la Seine la lettre suivante :

« Paris, le 26 octobre 1904.

« *Monsieur le Préfet de la Seine, Direction Administrative des Travaux de Paris, Préfecture de la Seine, à l'Hôtel de Ville, Paris.*

« Monsieur le Préfet,

« Notre Chambre syndicale a eu connaissance des renseignements et avis imprimés à la date du 14 octobre 1904, chez Chaix, pour la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris. Elle a été douloureusement surprise de voir que la Préfecture s'était adressée exclusivement à l'étranger pour se renseigner, et de trouver dans les documents fournis des chiffres absolument fantaisistes, qui sont de nature à égarer l'opinion dangereusement sur les possibilités techniques et financières de réalisation d'usines d'électricité, et de porter ainsi le plus grave préjudice au développement des industries électriques par les ressources nationales.

« Par suite, notre Syndicat considère comme un devoir de se tenir à la disposition de la Préfecture pour discuter ces chiffres, démontrer qu'ils sont inapplicables dans la pratique, et réduire ainsi à leur juste valeur les observations et avis présentés par des maisons étrangères.

« Nous vous prions d'agréer, Monsieur le Préfet l'expression de nos sentiments les plus distingués.

« *Le President,*

« GENTY. »

L'exposition d'électricité de Shoreditch.

Le comité d'électricité du Conseil municipal de Shoreditch (Angleterre) a eu l'idée d'organiser une exposition d'appareils électriques et de machines à commande électrique dans le but de familiariser avec leur emploi les constructeurs locaux et tous ceux qui peuvent retirer quelque avantage de l'application du courant; on voulait aussi incidemment, nous dit *Engineering*, augmenter le facteur de charge de la station génératrice de la ville. Le nombre des industries pouvant user de force motrice et de petits moteurs électriques est excessivement grand dans le district de Shoreditch; et comme les exposants furent encouragés par les conditions exceptionnelles que les organisateurs leur offraient pour la fourniture du courant, ils répondirent largement à l'appel et l'exposition qui a été ouverte, du 10 au 22 octobre, a été des plus intéressantes. On peut citer toute la collection des appareils électriques et des moteurs divers construits par les maisons Crompton, Royces, Electric Construction C°, Lister C°, General Electric C°, Crupto C°, Bermondsey, etc. L'une des plus intéressantes nouveautés exposées comprenait les moteurs de MM. Henry Joel et C° de Finsbury Square à Londres; dans ces moteurs les enroulements de l'inducteur sont remplacés par une seule bobine embrassant l'induit; l'ensemble est très compact, de faible volume et d'un rendement excellent; les balais fixes lui assurent un fonctionnement régulier, sans étincelles à toutes les charges. La Compagnie Phœnix Dynamo de Bradford expose une perceuse sans engrenages, ni entraînement par courroie, le moteur actionne la tige par l'intermédiaire d'un disque à friction à vitesse variable. Une machine à composer avec moteur électrique est exposée par la Linotype C° de Broadheath Manchester. Puis ce sont les machines fort ingénieuses de la Boxmaking Machinery and Engineering C° de Londres, qui fabriquent avec une rapidité incroyable les boîtes en cartons à coins métalliques.

Tous ces appareils, toutes ces machines fonctionnent en présence du public qui prend ainsi des leçons de choses et complète ses connaissances en électricité. De même le General Electric C° de Londres a installé dans son stand un poste de télégraphie sans fil et montre, en outre, tout un ensemble de machines concourant à la fabrication des lampes Robertson. MM. Marryal et Place, de Londres, ont aussi un four électrique en action pour la fabrication de l'acier ainsi qu'un très grand nombre de commutateurs et de fusibles nouveau modèle. La Electric Welding C° expose les machines à souder système Thomson, qui opèrent sur de petites tiges métalliques; le courant est automatiquement interrompu dès que la soudure est faite. — G. D.

Le Propriétaire-Gérant : L. DE SOYE

PARIS. — '. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 725 19 Novembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.*

AUTOMOBILES ÉLECTRIQUES
DE L'ADMINISTRATION DES POSTES

La Société des messageries des postes de France, concessionnaire de l'administration des postes et des télégraphes, vient de mettre en service quinze fourgons automobiles électriques pour le transport des dépêches entre les divers bureaux de quartier et l'hôtel des postes, ainsi qu'entre ce dernier et les différentes gares.

L'administration compte ainsi réaliser une économie de temps notable dans la durée des parcours effectués jadis par les tilburys qui, paraît-il, ne tarderont pas à être entièrement remplacés par des automobiles. C'est là un progrès notable et il est à prévoir que cette application intéressante des automobiles ne tardera pas à s'étendre au grand avantage du service des postes.

Nous empruntons les détails relatifs à ce nouveau type de voiture à un article de M. S. Durand, ingénieur des arts et manufactures, publié par notre excellent confrère, *la Vie automobile.*

La forme générale de la voiture et sa décoration rappellent celles des tilburys et fourgons actuellement en usage. Le conducteur et le convoyeur de l'administration sont assis sur un siège élevé pour bien voir la route devant eux, profiter des espaces libres et surveiller facilement leur précieux chargement, même par derrière. L'accès de la caisse se fait d'une part sur le dessus, par une trappe pour le remplissage ou les échanges de sacs et, d'autre part, à l'arrière, par une porte, pour le déchargement ou le chargement complet, aux gares, par exemple. Cette dernière porte est reliée par un encliquetage au coussin du siège de l'employé de l'administration, en sorte que cette porte ne peut s'ouvrir que lorsque le coussin est enlevé, l'employé ne pouvant s'asseoir que quand la porte est fermée.



Fig. 1. — Une automobile postale de Paris (de la maison Mildé).

La caisse a une capacité utilisable de 1,5 m^3. Cela donne une charge de 600 kg environ lorsque le coffre est plein.

La carrosserie est complètement indépendante de toutes les parties du système, en sorte qu'elle a pu être construite en même temps que les châssis et indépendamment d'eux. Pour obtenir ce résultat, il a fallu relier le plancher du siège qui porte les pédales de frein et le

combinateur, ainsi que la planche du dessous de siège portant les appareils électriques au châssis lui-même. Cette disposition a été réalisée à l'aide d'une cage métallique qui soutient le plancher et le lie aux fers du châssis. Ce dispositif présente, en outre, l'avantage indispensable d'avoir la direction fixée au châssis et non sur la carrosserie.

Le châssis est en acier profilé en U, de 60 sur 30, assemblé par cornières et rivets.

Les caractéristiques de ces voitures, fournies par la maison Mildé, sont : Voie 1,44 m; essieu directeur à chapes avec fusées de 45 mm; essieu moteur droit avec fusées de 48 mm; roues avant, 820 mm; roues arrière, 920 mm; empattement, 1,60 m; poids à vide, 1800 kg; un seul frein intérieur à ruban extensible écarté par une came, agissant avec la même puissance dans les deux sens de marche; direction démultipliée de 4, obtenue simplement par un pignon agissant sur un secteur denté mobile dans un plan vertical.

Les accumulateurs sont mis dans une caisse unique contenant 44 éléments Heinz de 150 ampères-heure. Cette caisse pleine pèse 650 kg; elle doit cependant, lorsque les accumulateurs sont déchargés, être enlevée et remplacée en cinq minutes par une autre chargée. Aussi a-t-il fallu prendre des dispositions particulières, visibles sur nos figures. La caisse d'accumulateurs est logée à l'avant de la voiture, sous les pieds du conducteur, et elle va jusqu'au moteur. Elle repose sur quatre rouleaux fixés au châssis, sur lesquels elle peut glisser. Pour sortir la batterie, il suffit de la tirer par les deux poignées fixées à l'avant, de la recevoir sur un chariot de hauteur variable et convenable qui sert à la transporter sur le banc de charge et de rapporter la batterie chargée.

Les batteries sont chargées dans l'hôtel des postes par le courant du secteur. Le local affecté à cet usage est placé sous les arcades de l'hôtel des téléphones, rue Gutenberg, presque au coin de la rue du Louvre; de celle-ci les passants peuvent voir manipuler les batteries et réparer les voitures.

La surveillance de cette opération et l'entretien des batteries sont assurés à forfait par MM. Heinz et Cie. Dans le même ordre d'idées, l'entretien de la partie mécanique et électrique du châssis est assuré par la maison Mildé et Cie et l'entretien des bandages par leur fournisseur. De cette façon, chaque constructeur a la responsabilité pour cinq ans du matériel qu'il a fourni.

Les roues sont munies de bandages pleins pour la moitié des voitures et de pneumatiques pour l'autre moitié, afin d'établir, d'une façon définitive, quel est celui des deux systèmes qu'il sera préférable d'adopter à l'avenir. Il y a lieu, en effet, de juger ces bandages au point de vue : 1° de la résistance au roulement; 2° du dérapage; 3° des frais d'entretien journalier; 4° de la panne par crevaison; 5° du confort du conducteur; 6° de l'effet de la meilleure suspension sur l'usure des pièces du châssis et des accumulateurs.

Le combinateur permet d'obtenir huit vitesses avant, deux positions de récupération, deux positions de freinage électrique et trois vitesses arrière. Cette multiplicité de vitesses est utile pour permettre au conducteur de trouver exactement la vitesse du véhicule qui le précède, et cela sans constamment couper le courant. Cette dernière opération est cependant facile, puisque le conducteur a sous le pied gauche une petite pédale qui interrompt le courant. Cela correspond exactement au débrayage ou annulation du moteur comme dans les voitures à pétrole; la voiture continue à rouler seule; en abandonnant la pédale on remet le moteur en action.

La pédale de frein, placée sous le pied droit du conducteur, commande également l'interrupteur.

Au point de vue de la vitesse à fournir, l'administration a imposé 18 km à l'heure en moyenne, compris les ralentissements par encombrement de la voie. Pour obtenir cette vitesse moyenne, les trois dernières vitesses du combinateur, celles qui doivent être constamment employées, même en côte, donnent les vitesses de 20, 24, 28 km à l'heure. Les essais ont, d'ailleurs, confirmé la possibilité d'atteindre et même de dépasser cette moyenne.

La trompe a été supprimée et remplacée par un timbre électrique, ainsi que cela a d'ailleurs été fait pour les tramways parisiens. Le moteur est du système différentiel Mildé, à deux induits mécaniquement indépendants, mobiles dans un même champ inducteur.

Bien que les deux moteurs soient réunis en un seul, ils n'en gardent pas moins leur indépendance, au point que si, par suite d'un accident à un collecteur ou à un induit, une moitié du moteur différentiel se trouve immobilisée, l'autre moitié reste intacte et continue seule à actionner la voiture. Une seule roue alors est motrice, ce qui suffit et n'influe nullement sur la direction; l'adhérence seule pourrait faire défaut par moment sur un terrain très gras, car alors la roue tournerait sur place.

La transmission du mouvement du moteur aux roues est faite par deux chaînes ordinaires. Les arbres des paliers de chaîne reçoivent le mouvement des induits par un engrenage démultipliant de 3. Il y a de la sorte deux réductions de vitesse entre le moteur et la roue. Dans les deux vues photographiques (fig. 2 et 3), que nous donnons du moteur, on aperçoit de chaque côté les deux carters qui contiennent les engrenages ainsi que l'emplacement de l'arbre du palier de chaîne mieux que ne le ferait une longue explication. On voit également la disposition très spéciale des inducteurs.

Cette transmission par chaîne offre de nombreux avantages par rapport à la transmission directe par couronnes d'engrenages aujourd'hui abandonnée pour les voitures de commerce, mais autrefois employée. Elle permet, en effet, d'attacher le moteur rigidement au châssis et de le faire participer à la suspension de la caisse; tandis qu'avec les couronnes, le moteur est relié à l'essieu et en reçoit des secousses ou au moins des vibrations. Ces trépidations, avec les caoutchoucs pleins, causent dans les moteurs les plus graves désordres : les écrous se desserrent, les vis se mattent; les métaux fondus, l'acier, le cuivre et surtout l'aluminium et ses alliages, cristallisent et deviennent cassants

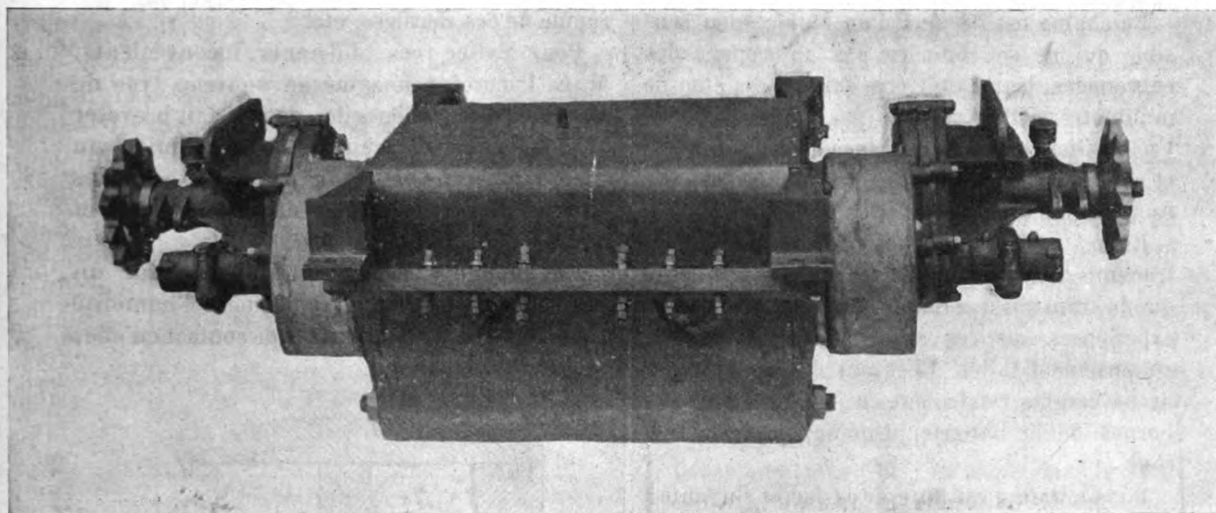


Fig. 2. = Le moteur électrique d'une des voitures (dans son carter). — Système Mildé.

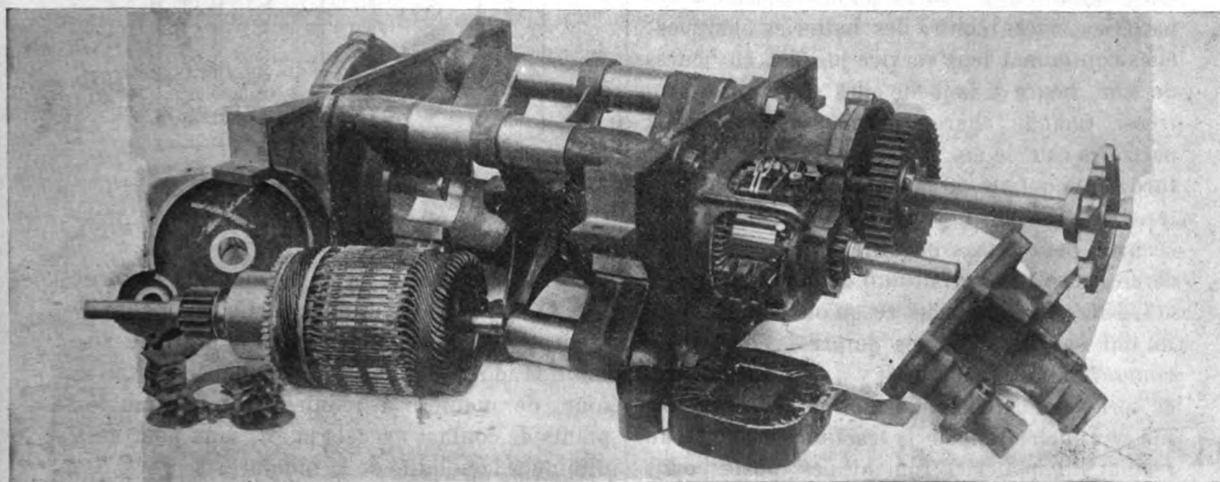


Fig. 3. — Le moteur électrique Mildé démonté en ses éléments principaux.

comme du verre, par suite des modifications que subit leur structure moléculaire. Les balais en charbon du moteur sautent sur le collecteur en lui donnant des coups de feu ou tout au moins amènent une production continue d'étincelles.

La chaîne est de plus d'un réglage peu sensible qui ne se compare pas au réglage des engrenages, lequel doit être fait au dixième de millimètre si l'on veut ne pas avoir de bruit. Une chaîne cassée se remplace en cinq minutes et coûte peu, tandis qu'une couronne n'est pas remplaçable dans la rue et coûte très cher.

Enfin, au point de vue du rendement, la transmission par chaîne est encore meilleure que la transmission directe par engrenages. Des expériences sur ces rendements ont été très sérieusement faites. Elles ont donné le chiffre de 84 comme rendement en énergie depuis les bornes de la batterie jusqu'aux jantes de la roue.

L'exploitation est faite de la façon suivante : sur les quinzes voitures, douze seulement sont en service et trois servent de relais. Elles seront remisées, la nuit, dans la rue Gutenberg; là, les personnes chargées de leur entretien les visiteront. Dès 5 heures du matin, elles prennent leurs batteries chargées et partent les unes après les autres. Elles ont cinq minutes entre midi et 4 heures pour échanger leurs batteries vidées contre des batteries chargées; elles continuent leur service jusqu'à 10 heures du soir, heure à laquelle elles sont toutes rentrées. Chaque charge permet d'effectuer un parcours calculé sur la base de 35 km. La voiture peut en faire 40 facilement avec une batterie très usagée; il y a donc un coefficient de sécurité pour le cas où un encombrement forcerait les voitures à faire un détour.

C'est là certainement ce qu'on peut appeler un dur service, et si les quinzes véhicules se comportent bien, comme il y a lieu de le croire, ce sera vraiment la confirmation de la possibilité de l'application de la traction électrique au restant du matériel roulant des postes dans Paris.

MOULURES POUR CANALISATIONS INTÉRIEURES

SYSTÈME E. PACORET

L'emploi de moulures en bois pour la pose des conducteurs à l'intérieur des habitations a donné lieu à plusieurs critiques. On leur reproche de ne pas assurer suffisamment la protection électrique et mécanique des câbles, de ne pas empêcher l'action nuisible de l'humidité, de s'opposer à la dispersion de la chaleur produite par le passage du courant dans les conducteurs, de ne pas permettre une vérification rapide de ces derniers, etc.

Pour éviter ces différents inconvénients, M. E. Pacoret a imaginé un nouveau type de moulure, dite rationnelle, qu'il a fait breveter et dont nous empruntons la description au *Bulletin Technologique* de la Société des anciens élèves des Ecoles nationales d'arts et métiers.

Les moulures ordinaires appliquées sur un mur humide absorbent rapidement l'humidité par suite de la grande surface de contact qu'elles

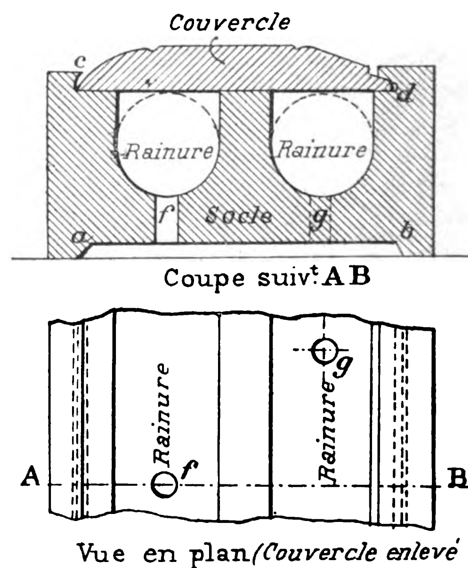


Fig. 1. et 2.

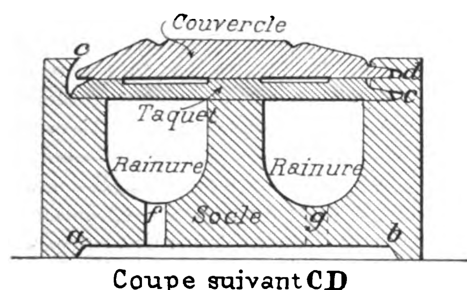
présentent. Dans le type de moulure Pacoret (fig. 1), on évite en grande partie cet inconvénient, grâce à un évidement a b pratiqué sur toute la longueur de la face appliquée contre le mur, de manière à réduire au minimum les points de contact avec la paroi, sans pour cela diminuer la solidité de la moulure.

Dans les moulures ordinaires, on se trouve dans l'obligation, au moment de la pose des conducteurs et avant la mise en place du couvercle, de forcer les câbles dans les rainures ou de les fixer provisoirement au moyen de pointes pour les maintenir dans leur logement. Cette opération ne peut s'effectuer qu'aux dépens de la bonne conservation de l'enveloppe isolante, surtout lorsqu'on fait usage de pointes. M. Pacoret a évité ce grave inconvénient dans sa

moulure rationnelle en procédant de deux façons différentes.

Le premier procédé consiste à découper transversalement dans le couvercle des bandes destinées à remplir l'office de taquets, taquets qui permettent de maintenir les câbles dans leur rainure à mesure qu'on les place. L'opération terminée, on retire ces taquets, au moment de la pose du couvercle.

Le second procédé ne diffère du précédent qu'en ce que les taquets sont laissés définitivement en place et, à cet effet, on pose le couvercle en adoptant la disposition que montrent les figures 3 et 4.



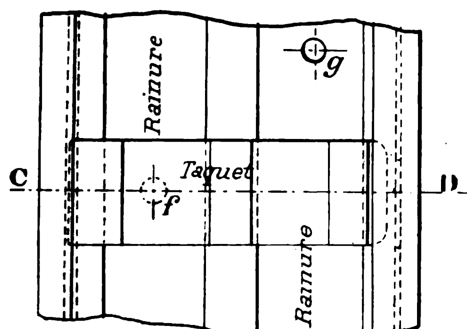


Fig. 3 et 4.

Ces deux modes d'opérer présentent le grand avantage de donner du mou aux câbles dans les rainures, condition du reste imposée dans la plupart des règlements administratifs et dans les cahiers des charges relatifs aux installations à l'intérieur des maisons.

La fixation des couvercles au moyen de pointes est très souvent la cause de nombreux accidents, car il est fort difficile d'éviter qu'une pointe mal dirigée n'endommage l'isolant du conducteur et, par suite, ne donne lieu à des pertes et parfois même à une mise à la terre complète.

Le mode de fixation du couvercle imaginé par M. Pacoret ne donne pas lieu aux inconvénients qui viennent d'être signalés et facilitent en outre la vérification des conducteurs, car la pose et la dépose du couvercle s'effectuent très rapidement et très simplement, sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'emploi de pointes.

Pour poser le couvercle, il suffit de le placer d'abord dans l'entaille *d* en l'abaissant vers le bord *c* et de l'emboîter par une simple pression. Pour l'enlever, on le pousse dans l'entaille *d*, à laquelle on a, à cet effet, donné un certain jeu ; on dégage ainsi le côté opposé en *c* et on retire le couvercle en le pliant légèrement, car il est suffisamment flexible.

Comme on le voit, la moulure peut être ouverte ou fermée sans aucune détérioration, tandis qu'avec les moulures ordinaires, on brise généralement le couvercle lorsqu'on veut le déclouer.

Cette facilité d'enlever le couvercle à volonté permet non seulement de vérifier fréquemment l'état des conducteurs, mais encore de les aérer en cas de besoin et aussi d'établir de nouvelles dérivations sans difficulté.

Grâce aux trous *f* et *g* ménagés dans le socle ainsi qu'à l'évidement *a b*, il se produit dans les moulures une circulation d'air continuelle qui contribue à éviter l'échauffement des conducteurs.

DE KERMOND.

PROGRÈS RÉCENTS EN ÉLECTROCHIMIE

par BERTRAM BLOUNT.

L'industrie électro-chimique traverse une période de transition. Il y a quelques années, cette industrie était tellement dans l'enfance que les plus petits progrès étaient commentés. Aujourd'hui, comme elle est entrée dans une phase plus active, il devient utile d'établir des bases plus précises et d'envisager l'emploi de l'électrochimie dans des applications nouvelles qu'on ne fait encore qu'entrevoir.

Par suite des modifications constantes des procédés électrochimiques, il est difficile de donner un aperçu clair et précis de son état et des progrès à réaliser. Les chercheurs sont si nombreux, que les travaux ainsi accumulés sont un peu troublants. Les méthodes nouvelles, qui attirent forcément l'attention, ne méritent souvent pas de la retenir, tandis que la grande industrie qui poursuit sa marche sans incidents réclame une étude attentive.

Dans un traité complet sur les applications de l'électrochimie, il faudrait nécessairement décrire et discuter tous les procédés rationnels qui ont été exploités ou qui pourraient l'être dans l'avenir. Dans une simple revue de l'état actuel, comme

celle-ci, et du développement possible de cette industrie, je n'essaierai pas d'aborder un aussi vaste sujet. Je décrirai d'abord les procédés qui ont reçu de grandes applications industrielles, puis ceux qui sont susceptibles de développements importants et je citerai enfin les méthodes qui, tout en étant intéressantes, n'offrent qu'un champ peu restreint en pratique. Je passerai nécessairement sous silence nombre de solutions ou de procédés ingénieux qui n'ont quant à présent qu'une importance théorique.

En réalité, le nombre des applications importantes de l'électrochimie est très restreint. La plus considérable est sans aucun doute l'affinage du cuivre ; la production de l'aluminium vient ensuite avec la fabrication des chlorates, des alcalis, du chlorure de chaux et du carbure de calcium. Ce sont les seules industries actuelles ayant quelque valeur; encore, l'affinage du cuivre est, de ces diverses industries, la seule qui ait une importance considérable tant par suite de la valeur du procédé, que par celle des produits obtenus.

La galvanoplastie, l'extraction de l'or des cyanures, la séparation du brome des résidus des sels de Stassfurt, la réduction électrolytique de l'indigo sont des applications qui méritent, certes, d'attirer l'attention, mais qui n'ont qu'une importance très modeste.

Au début de cette revue, nous distinguerons de suite les industries qui sont exclusivement fondées sur l'emploi de procédés électrochimiques, de celles qui emploient ces procédés parallèlement à ceux de la chimie pure. Par exemple, le chlorate de potasse peut être obtenu à l'état de pureté aussi bien par procédé chimique pur que par procédé électrochimique; les percarbonates, par contre, jusqu'ici toutefois, peuvent être préparés seulement par des procédés électrochimiques. Le carborundum et ses analogues, ainsi que les carbures terreux ; ne peuvent être produits actuellement que par le four électrique. Quand les deux procédés chimiques et électrochimiques se concurrencent, les méthodes de production ont nécessairement été beaucoup plus perfectionnés.

L'extraction et l'affinage des métaux par l'électrolyse.

Les métaux sont obtenus par l'électrolyse de leurs sels, soit en solution aqueuse, soit en solution ignée. Ils peuvent être affinés de la même manière. Cependant, il est rare de voir appliquer à l'affinage l'électrolyse des sels fondus, bien que, *a priori*, il soit peut-être intéressant d'opérer ainsi, tandis que l'extraction des métaux de leurs oxydes ou sels est basée sur l'électrolyse des sels fondus tout au moins dans les exemples les plus remarquables de ce procédé de production. C'est là un fait curieux à constater que l'invention de procédés nouveaux peut-être modifié à un moment donné, mais qui, actuellement s'applique aux industries électrochimiques du monde entier.

La plus importante de toutes les industries électrochimiques est sans contredit l'affinage du cuivre. 70 0/0 environ de la production mondiale du cuivre est ainsi affinée; à eux seuls, les Etats-Unis produisent 250 000 tonnes de cuivre électrochimique par an, d'où ils tirent 735 tonnes d'argent et 9400 kg d'or.

Le principe sur lequel repose l'affinage est très simple. Le cuivre brut contenant environ 90 0/0 de métal pur est coulé en plaques ayant une surface de 0,465 m²; une des dimensions habituelles est de 90 sur 60 cm ; mais en réalité cela importe peu, pourvu que les dimensions des plaques soient convenablement choisies pour que le maniement en soit facile. Ces plaques sont employées comme anodes dans un électrolyte composé de sulfate de cuivre rendu acide par adjonction d'acide sulfurique. Elles sont placées vis-à-vis des cathodes constituées par des feuilles minces de cuivre; le métal dissous des anodes est déposé sur les cathodes à l'état presque pur. Ce cuivre électrolytique a la composition représentée par le tableau suivant qui donne l'analyse de quatre échantillons.

	1 pour cent.	2 pour cent.	3 pour cent.	4 pour cent.
Cuivre. . .	99,98	99,85	99,92	99,994
Arsenic. . .	Néant.	Néant.	Néant.	Néant.
Antimoine. .	Néant.	Traces.	Traces.	Néant.
Plomb. . .	0,01	Traces.	0,01	Néant.
Bismuth . .	Traces.	Traces.	Traces.	Néant.
Fer. . . .	Néant.	0,01	0,01	0,004
Nickel. . .	Néant.	Traces.	Traces.	Néant.
Oxygène. . .	0,01	0,14	0,03	Néant.
	100,00	100,00	99,97	99,998

On a réalisé de deux façons différentes ce procédé d'affinage qui consiste à dissoudre le métal d'une anode pour le transporter sur une cathode en abandonnant les impuretés pendant ce transport, sous forme de boue, soit sur l'anode, soit dans l'électrolyte. Dans la première méthode ou système multiple, les électrodes sont reliées en parallèle; dans l'autre, elles sont montées en série, chaque électrode agissant comme anode sur une face et comme cathode sur l'autre et étant ainsi convertie dans le cours de l'opération de cuivre brute en cuivre affiné. Cette dernière méthode a l'avantage d'éviter un grand nombre de connexions et de permettre l'immersion complète des électrodes qui travaillent ainsi par toute leur surface, mais il nécessite, pour donner des résultats, que l'attaque se fasse sur chaque électrode d'une façon très régulière et qu'elle soit uniforme pour

toutes. Pour atteindre ce résultat, les plaques doivent être fondues avec un cuivre d'une plus grande pureté que celle qu'il est utile d'employer dans le système multiple et, en cours d'opération, les plaques partiellement converties doivent être décapées, pour éviter la chute sur les plaques voisines. L'expérience a montré que le système multiple est en général plus avantageux et le système série, sauf dans certaines applications spéciales, est tombé en discrédit.

L'industrie de l'affinage du cuivre est maintenant si bien établie que l'agencement d'une usine a cessé de présenter des difficultés techniques et est entré dans le domaine exclusivement industriel. On doit assurer une manutention facile et économique en effectuant autant que possible cette manutention mécaniquement. Le courant doit être produit et distribué économiquement. La transformation du cuivre brut en cuivre affiné doit être aussi rapide que possible, de façon à réduire au minimum le stock de métal qui est nécessaire pour l'alimentation des bacs; l'électrolyte doit circuler rapidement de façon à ce qu'il n'y ait jamais excès de cuivre à la cathode et d'acide à l'anode. Il est très avantageux que l'usine soit alimentée directement par une mine et une fonderie faisant partie de la même affaire commerciale. L'usine doit aussi pouvoir traiter l'électrolyte qui contient les impuretés et extraire des boues l'or et l'argent qu'elles contiennent. Ce sont là des applications de la chimie pure qui n'ont à rien à voir avec les procédés que nous passons en revue ici.

Quelques détails sur la plus importante des usines électrolytiques de cuivre des Etats-Unis permettront de préciser les idées sur la nature et l'essor de ces industries.

Les usines de l'Anaconda absorbent environ 3000 ch, dont la plus grande partie pour l'affinage du cuivre. La puissance de production est de 100 tonnes par journée de 24 heures. Il y a environ 1200 cuves qui couvrent une surface d'un hectare environ. Les électrodes sont montées suivant le système multiple; la manutention de ces électrodes se fait mécaniquement; toute la charge contenue dans une cuve, soit environ 4 tonnes, est soulevée d'une seule fois. Un petit tramway électrique qui court sur les cuves est affecté exclusivement au transport des boues des anodes. Les sous-produits, argent et or, représentent annuellement, pour le premier, 128,5 tonnes et 1/2 tonne d'or.

Par suite du prix élevé du métal, l'immobilisation que représente le stock nécessaire intervient dans le prix de revient de l'affinage. On doit donc augmenter le rendement par tous les procédés possibles. Comme le coût de l'énergie électrique (1) ne représente qu'une petite fraction de la dépense totale, on a donc intérêt à employer des densités élevées de courant, de façon à augmenter la production du cuivre affiné pendant un temps donné. En pratique, c'est la qualité du cuivre déposé qui limite cette densité et non le coût de l'énergie électrique. La densité adoptée habituellement est de 1 ampère par dm²; quand on veut employer des densités plus élevées, on s'expose à avoir un dépôt très rugueux, d'une pureté douteuse et on a à craindre les courts circuits.

Tous les procédés pratiques sont employés pour augmenter la densité du courant sans altérer la qualité du dépôt. Un des procédés, le plus élémentaire, le plus efficace, consiste à actionner la circulation de l'électrolyte; on emploie aussi avantageusement le chauffage des cuves; de bons résultats sont obtenus en maintenant l'électrolyte à 35° environ. En employant ces procédés, on peut atteindre des densités de 2 à 2,5 ampères par dm². M. Dolphin, de Liverpool, a inventé une méthode de circulation qui présente plusieurs avantages.

L'installation de ce système est la suivante. L'électrolyte s'écoule sous pression par un ajutage placé dans un injecteur, de façon à entraîner de l'air qui s'introduit ainsi automatiquement dans les cuves; le liquide déplacé par cette injection d'air s'écoule par des tuyaux vers un réservoir d'où il est relevé par une pompe dans un autre réservoir. L'ajutage débouche vis-à-vis d'un orifice ouvert à l'air libre. D'après M. Dolphin, ce dispositif permet d'atteindre des densités de 2,5 ampères sans crainte d'obtenir des irrégularités dans les dépôts, il a en outre l'avantage supplémentaire de favoriser l'oxydation des sels de fer contenus dans l'électrolyte et aussi de produire la précipitation de l'antimoine, c'est-à-dire de débarrasser les bains des deux impuretés les plus préjudiciables.

Une méthode fort ingénieuse et qui a trouvé des applications nombreuses en pratique a été imaginée par M. Cooper Coles. Cette méthode consiste à imprimer aux cathodes un mouvement rapide de rotation. Les résultats obtenus sont dus, sans doute, au déplacement des bulles qui se forment sur la cathode ou à l'effet de friction produit par le liquide sur la surface de cette cathode. On peut par ce procédé atteindre des densités de courant de 20 ampères, soit 20 fois celle qui est couramment employée : dans des cas particuliers, cette densité a pu être portée jusqu'à 60 ampères par dm². On a appliqué ce procédé à la fabrication des tubes de cuivre; ces tubes ont une excellente résistance mécanique; leur rupture correspond à 4 tonnes par cm² pour le métal non recuit. La teneur de ce métal est de 99,94 0/0 de cuivre pur.

(1) Même dans les usines bien montées, il y a un gros déchet sur l'énergie électrique. Magnus a constaté, par des mesures effectuées dans une grande usine d'affinage, que 20 à 25 0/0 de l'énergie totale est perdue dans la résistance des contacts et des connexions entre les cuves indépendamment de celle qui est absorbée dans les canalisations.

On applique aujourd'hui ce procédé à la production du cuivre en feuilles.

En dehors de ces méthodes, il y a eu peu de véritables perfectionnements dans l'affinage du cuivre. Le procédé bien connu d'Elmore semble très florissant en Allemagne; c'est une méthode élégante qui aurait dû réussir il y a dix ans. Après de regrettables retards, elle commence à prendre la place que ses mérites techniques lui assignent. Les procédés dans lesquels on force l'électrolyte à frapper la cathode ne sont pas entrés dans la pratique, non plus que la production directe des fils de cuivre.

On peut dire aujourd'hui que sauf dans les détails, il y a peu de perfectionnements à attendre dans l'affinage électrolytique du cuivre.

La production du cuivre en traitant les minerais par des procédés électrochimiques est très différente de l'affinage. Actuellement, l'affinage électrolytique est basé sur le traitement du cuivre provenant des mattes cuivreuses obtenues elles-mêmes par la concentration des minerais; en d'autres termes, on part, du métal à l'état impur, il est vrai, mais non pas d'un minerai riche. De nombreux essais ont été faits à différentes reprises pour supprimer ce traitement préalable. On a essayé successivement de réduire directement le minerai, puis les mattes cuivreuses. Tous ces essais n'ont donné aucun résultat Il n'y a pas, à ma connaissance, une usine importante qui prépare le cuivre pur par un procédé analogue. On ne rencontre cependant pas, dans ce traitement, aucune difficulté insurmontable. A Rio-Tinto et ailleurs, de grandes quantités de minerais sulfurés sont, soit oxydés naturellement, soit grillés et le sulfate de cuivre résultant est précipité par le fer; on obtient ainsi un cuivre brut contenant environ 65 0/0 de cuivre pur. Ce produit pourrait être directement traité par l'électrolyse. En pratique, il suffit, après avoir grillé le minerai, de le mettre digérer avec de l'acide sulfurique dilué, puis d'électrolyser la solution entre des plaques de plomb; l'électrolyte appauvri est ensuite ramené sur le minerai. La dépense d'acide sulfurique dans ces conditions est très faible; on introduit peu de fer dans l'électrolyte à condition de griller le minerai en vase clos et on n'éprouve aucune difficulté à récupérer intégralement le cuivre.

Les efforts les plus heureux pour réaliser cette extraction directe du cuivre par des procédés électrolytiques ont été faits par The Inter-Colonial Copper Company à Dorchester, au Canada. L'usine produit actuellement une tonne de cuivre par jour, ce qui est évidemment bien peu en comparaison de ce que fournissent les autres usines. On doit noter que le minerai traité est d'une composition particulièrement convenable. C'est un sulfure qui a été en partie exposé à l'action de l'air, de telle sorte qu'il contient une assez grande quantité de carbonate. Le minerai est pauvre, il contient seulement 2 0/0 de cuivre, mais la gangue silicieuse qui l'enrobe contient peu d'autres substances solubles autres que le cuivre, de telle sorte que la dépense d'acide est faible. Le minerai est grillé dans des fours tournants, mis digérer avec de l'eau acidulée à 5 0/0 d'acide sulfurique; après quoi la solution obtenue est électrolysée en employant des anodes de plomb. L'acide sulfureux obtenu par le grillage du minerai est recueilli et envoyé dans l'électrolyte avant et pendant l'électrolyse, afin d'empêcher la formation de peroxyde de plomb à l'anode; par son oxydation, cet acide sulfureux vient compenser la perte d'acide sulfurique qu'exige la saturation de la chaux libre qui existe dans le minerai grillé. D'après M. Woolsey M'c A. Johnson qui a décrit le procédé, le cuivre est précipité sous une tension de 1,5 volts; la densité de courant est de 0,6 ampère par décimètre carré et le rendement est de 90 pour 100. L'électrolyte est appauvri de 2,5 à 1 0/0, après quoi il est renvoyé dans les cuves de digestion. Le métal obtenu ainsi est d'aussi bonne qualité que celui résultant de l'affinage électrolytique.

L'affinage électrolytique du zinc n'est pas pratiqué pour la bonne raison que le zinc peut être obtenu pur suffisamment par distillation. Pour la plupart des emplois, ce zinc distillé en partant du minerai est très suffisant. On peut avoir un zinc plus pur en distillant à nouveau, de préférence dans le vide, le métal du commerce. Cependant, comme la réduction du zinc absorbe une grande quantité d'énergie et aussi comme, par le procédé habituel, cette énergie est mal utilisée à travers les parois des cornues qui, d'ailleurs, sont coûteuses, il est probable qu'un procédé électrochimique qui utiliserait directement et économiquement l'énergie aurait de grandes chances de succès.

Le zinc peut être préparé électrochimiquement par deux méthodes. La première consiste à réduire au four électrique l'oxyde de zinc par le charbon; nous parlerons de ce procédé à propos de l'emploi des fours électriques. La seconde méthode est basée sur l'électrolyse. Dans ce dernier cas, il y a deux façons d'opérer, soit en électrolysant les solutions aqueuses de sels de zinc, soit en employant un bain de sels fondus comme le chlorure, par exemple. Nous allons donner des exemples de ces deux méthodes.

Réduction des solutions aqueuses de sels de zinc.

Les recherches de Wylius et Frömon et celles de Förster et Günther, qui remontent déjà à plusieurs années, peuvent être considérées comme le meilleur guide qui ait été publié sur le principe du dépôt du zinc. La principale difficulté que présente le dépôt de ce métal, en partant des solutions aqueuses, consiste à éviter la formation de masses spongieuses difficiles et coûteuses à traiter par la suite.

Cette difficulté peut être surmontée en grande partie en employant comme électrolyte du sulfate de zinc en solutions suffisamment concentrées, contenant, par exemple, 10 0/0 de sel cristallisé et maintenues aussi neutres que possible; si la solution devient basique, le zinc a tendance à se déposer à l'état spongieux; beaucoup d'impuretés telles que l'arsenic et l'antimoine qui peuvent être enlevées par lavage produisent un effet analogue. Des précautions semblables devront être employées si on part du chlorure de zinc qui présente avec le sulfate cette différence essentielle de dissoudre bien plus facilement les oxydes hydratés; aussi avec les électrolytes à base de chlorure, on aura plus de chance d'obtenir de mauvais dépôts, par suite de la tendance de cet électrolyte à devenir plus facilement basique. En ce qui concerne les impuretés métalliques, le moyen le plus rationnel de les éliminer consiste à électrolyser la solution des sels de zinc avant de l'introduire dans les cuves à dépôt, en employant une tension légèrement inférieure à celle que nécessite la réduction du zinc.

Jusqu'ici, les résultats pratiques obtenus par cette méthode sont peu importants. L'usine de Brunner et Mond est la seule qui y ait recours; le procédé employé est une forme modifiée de celui d'Hœpfner Ce procédé est basé sur ce fait que le chlorure de zinc peut être préparé par l'action du chlorure de calcium sur le carbonate de zinc ou industriellement, en substituant au carbonate de zinc le minerai grillé et l'acide carbonique. Le chlorure de zinc est électrolysé et on obtient ainsi à la fois le zinc du minerai et le chlore du chlorure de calcium, tous deux sous leur état marchand.

L'usine traite ainsi 1000 tonnes de zinc par an et prépare avec le chlore environ 3000 tonnes d'hypochlorite de chaux. Il est inutile de dire que les tours de main employés sont gardés secrets. Cet exemple est une bonne démonstration de l'emploi des méthodes électrolytiques qui n'acquièrent de valeur industrielle que par leur étude très minutieuse et on comprend que les usines qui ont fait les frais de cette étude tiennent à en récolter les fruits.

La production mondiale du zinc étant d'environ 500 000 tonnes par an, on voit que l'application des procédés électrolytiques peut largement s'étendre puisqu'elle ne représente actuellement qu'un cinq centième de la production totale.

Réduction du zinc et de ses sels fondus.

Cette méthode a été étudiée et mise au point par Swinburne et Ashcroft. Elle consiste dans l'électrolyse du chlorure de zinc fondu par la chaleur que produit le courant lui-même. Elle sera décrite dans le chapitre relatif à l'électrolyse des sels fondus.

Il est douteux toutefois que les méthodes électrolytiques d'affinage du zinc, en partant du chlorure, se substituent aux procédés actuels. Si le zinc pouvait être obtenu avec sureté sous une forme dense, les procédés électrolytiques des solutions aqueuses seraient avantageux; s'il est impossible d'éviter la formation du zinc spongieux, il faudra mieux électrolyser des solutions concentrées ou du chlorure de zinc fondu. A mon avis, les deux procédés ont des applications limitées et l'obtention du zinc en grand pourra se faire par le four électrique.

La réduction et l'affinage du nickel sont faciles à réaliser par l'électrolyse. Malheureusement, on a trouvé beaucoup de difficultés en pratique. Tout d'abord, le dépôt a tendance à se soulever de la cathode; c'est là une difficulté qui affecte surtout le dépôt du métal en couches minces. Des difficultés beaucoup plus sérieuses se présentent quand on veut séparer le nickel des métaux avec lesquels il est associé dans les minerais. Le minerai le plus abondant contient beaucoup de cuivre et le moyen le plus facile de se procurer les deux métaux consiste à traiter la matte cuivre nickel. Dans le procédé ordinaire d'affinage, la séparation satisfaisante des deux métaux est difficile. Si la matte est grillée et réduite, on obtient un alliage cuivre-nickel qui ne peut être vendu que pour la préparation de certains produits, comme par exemple le maillechort. Pour séparer les deux métaux, on doit avoir recours aux procédés électrolytiques.

L'histoire de la production électrolytique du nickel est curieuse. Il y a quelques années, le nickel électrolytique était abondant; aujourd'hui, on en trouverait difficilement. Il est difficile de connaître la cause de ce revirement; cependant, il semble qu'elle soit due à la grande activité des usines qui emploient les anciens procédés. J'ai dit, il y a quelque temps, que les industries purement électrochimiques étaient dans une situation désavantageuse; elles auraient besoin d'être conduites d'une façon plus vigoureuse. Il faut espérer que la production électrolytique du nickel se ressentira de l'activité actuelle des autres méthodes métallurgiques.

(A suivre.)

Traduit du *Journal of the Society of arts*, par A. Bainville.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LES INSTRUMENTS DE MESURE A LECTURE DIRECTE

(*Suite*) (1).

M. W.-A. Price fait remarquer qu'il y a déjà quelques années, la maison Crompton entreprit la construction d'instruments de mesure à courant

(1) Voir *l'Electricien*, n° 723, page 296 et n° 724 p. 310.

continu et qu'à ce moment, elle se préoccupa d'abord de connaître les desiderata des ingénieurs de station centrale, afin de réaliser des instruments répondant aussi complètement que possible aux besoins exprimés.

L'ingénieur électricien cherche surtout à employer des instruments donnant des indications exactes et à avoir la possibilité de constater et de vérifier lui-même facilement cette exactitude. C'est dans cette voie que la maison Crompton a cherché une solution.

M. Price ajoute que si l'on analyse la question des instruments de mesure pour tableaux de distribution, on remarque que ces instruments peuvent être rangés en deux catégories : les voltmètres et les ampèremètres.

Un voltmètre se compose essentiellement d'un instrument de mesure monté en série avec une résistance assez considérable. Le courant passant dans l'instrument de mesure proprement dit est excessivement faible et, par suite, la valeur de la résistance doit être d'autant plus grande. En effet, un voltmètre pouvant mesurer 100 volts exige l'emploi d'une résistance dont la valeur atteint au minimum de 6500 à 7000 ohms. Pour qu'un instrument de ce genre puisse être facilement vérifié par ceux qui en font usage, il faut naturellement avoir recours à un procédé d'étalonnage. Il s'ensuit que pour pouvoir effectuer cette opération, il est nécessaire que la résistance montée en série avec le voltmètre ait une valeur ayant un rapport déterminé avec la différence de potentiel que l'on peut appliquer à l'instrument et, dans ces conditions, le voltmètre peut être considéré comme un instrument destiné à mesurer l'intensité du courant passant dans cette résistance.

En ce qui concerne les ampèremètres, on sait que ces instruments consistent en un dispositif établi de manière que toutes les résistances parcourues par le courant puissent être mesurées. Il en résulte que l'organe essentiel est le shunt, l'ampèremètre proprement dit n'étant qu'un indicateur faisant connaître la chute de tension dans le shunt, lorsque ce dernier est parcouru par le courant.

On voit donc que les organes qu'il s'agit d'étalonner sont les résistances des voltmètres et les shunts des ampèremètres. On admet, mais ces valeurs ne sont pas absolument rigoureuses, que tout voltmètre, à charge normale, doit être parcouru par un courant de 15 milliampères et que, dans un ampèremètre, le shunt, toujours à charge normale, doit donner lieu, entre ses bornes, à une différence de potentiel de 75 millivolts.

Les voltmètres ne sont ainsi, par conséquent, que de simples milliampèremètres, donnant des lectures de 0 à 15 milliampères ou, s'il s'agit d'un instrument à échelle restreinte, permettant des lectures seulement dans le voisinage d'une intensité de 15 milliampères.

Dans les ampèremètres, les shunts sont des résistances très faibles abaissant la tension à 75 millivolts, lorsque le courant passant dans l'instrument a l'intensité maximum. Les ampèremètres ne sont donc que de simples voltmètres indiquant la différence de potentiel aux bornes des shunts auxquels ils sont reliés.

Dans ces conditions, les organes de ces instruments sur lesquels doit porter l'attention des ingénieurs sont les résistances additionnelles des voltmètres et les shunts des ampèremètres. Rien n'est plus facile pour le constructeur que d'établir avec précision des résistances élevées ou de faible valeur. Si ces résistances sont construites avec les soins convenables, l'ingénieur, utilisant les instruments dans la constitution desquels elles entrent, peut être certain qu'elles conserveront leur valeur d'une façon permanente. Donc, de ce chef, il n'y a pas de cause d'erreur à craindre, une fois que l'ingénieur s'est assuré que les résistances ont des valeurs exactes, appropriées aux charges que l'instrument doit pouvoir supporter.

Il ne reste plus qu'à vérifier l'instrument de mesure proprement dit, c'est-à-dire le milliampèremètre ou le millivoltmètre, afin de s'assurer qu'il fonctionne normalement. Le procédé de contrôle à employer est excessivement simple. Il suffit d'avoir à sa disposition un seul élément de pile, un simple rhéostat et un instrument étalon permettant de vérifier l'exactitude de la valeur de l'intensité en milliampères ou celles de la différence de potentiel en millivolts indiquée par l'instrument à vérifier.

Toutefois, il convient de ne pas perdre de vue, qu'il est aussi difficile de se procurer un instrument étalon très précis, que d'avoir des instruments exacts pour le tableau de distribution.

On peut, il est vrai, ne pas recourir à l'emploi d'instruments étalons en appliquant la méthode potentiométrique qui est des plus simples et pour laquelle il suffit d'avoir à sa disposition un élément de pile étalon, quelques résistances et des commutateurs.

(A suivre).

DANGERS DU COURANT ÉLECTRIQUE

ET MOYENS DE LES ÉVITER

(*Suite*) (1).

Mise à la terre. — Le but que nous nous proposons, en interposant des isolants entre les personnes susceptibles de toucher des conducteurs sous tension et le sol, est d'augmenter considérablement la résistance du circuit dans lequel se trouve la personne en question, et de réduire

(1) Voir l'*Électricien*, n° 721, p. 266 et n° 722, p. 812: n° 723, p. 300 et n° 724 p. 313.

ainsi le courant qui peut la traverser à une fraction inoffensive. Quand les conducteurs ne feront pas partie d'un circuit électrique, mais pourront être accidentellement sous tension, nous atteindrons le même but (c'est-à-dire la réduction du courant à une fraction inoffensive) en diminuant la différence de potentiel de ces conducteurs par rapport à la terre. C'est ce qu'on appelle « mettre un conducteur à la terre ». Quand il ne s'agit que d'écouler des charges électrostatiques, il suffit que l'objet conducteur en question ne soit pas isolé, et le simple contact avec de la maçonnerie, par exemple, peut suffire pour mettre cet objet au même potentiel que la terre. D'ailleurs, il est rare que ces charges électrostatiques soient elles-mêmes dangereuses, car les quantités d'électricité en jeu sont en général très faibles, quoique la tension puisse être élevée. Cependant, dans la plupart des cas, les corps conducteurs dont nous nous occupons (bâtis des machines, cadres métalliques des tableaux, enveloppes métalliques de protection, poteaux métalliques, etc.), sont exposés à un contact direct avec un conducteur sous tension, qui peut être dû, entre autres, à une rupture d'isolant ou à une dérivation à travers un isolant défectueux; en mettant alors ces conducteurs à la terre, il n'y aura pas seulement écoulement d'une charge, mais il s'établira un courant dont le circuit se complétera par les autres défauts d'isolement, ou par la capacité du réseau dans le cas de courants alternatifs. Une communication quelconque avec la terre ne suffira donc plus pour réduire la différence de potentiel à une valeur inoffensive; la résistance de cette prise de terre jouera un rôle prépondérant, car la différence de potentiel que nous cherchons à réduire sera d'autant plus faible que cette résistance elle-même le sera. Il est tout naturel de se demander quelle valeur il faudra donner à la résistance de telles prises de terre. Les prescriptions de sécurité de l'Union des électriciens allemands y répondent par cette définition, un peu trop générale à notre avis : « Mettre un objet à la terre veut dire le relier de telle façon à la terre, qu'il ne puisse pas prendre une tension dangereuse pour des personnes non isolées (1) ». Ceci résume évidemment toute la question, mais sans rien expliquer, et il est à craindre que les installateurs et les monteurs ne se rendent pas bien compte des conditions à remplir. Nous savons, d'autre part, que ce n'est qu'en dessous de 25 volts qu'existe la sécurité presque absolue de ne pas causer mort d'homme par un contact même à pleines mains (courant supportable 25 milliampères et résistance minimum du corps humain 1000 ohms), et comme les objets cités plus haut, qui ne sont pas normalement sous tension, risquent d'être touchés sans méfiance, il faut évidemment réduire leur tension contre terre au moins jusqu'à cette limite de 25 volts. C'est ce que les instructions des Associations françaises exigent en disant qu' « un conducteur est considéré comme mis à la terre lorsqu'en aucun cas la différence de potentiel entre ce conducteur et la terre ne pourra devenir supérieure à 25 volts ». Connaissant la tension que nous ne voulons pas dépasser pour un objet mis à la terre, la loi d'Ohm nous indiquera la résistance maximum en fonction du courant qui devra être écoulé à la terre. Ce courant de perte à la terre est égal au quotient de la tension de marche par la résistance ou l'impédance d'isolement; il est donc aussi variable que la résistance d'isolement elle-même, et, à moins de défauts graves ou de conditions défavorables, il sera sensiblement proportionnel à l'étendue du réseau. Pour les réseaux à courants alternatifs à haute tension, surtout s'ils comportent encore des câbles souterrains, l'impédance d'isolement, qui sera d'ailleurs normalement bien inférieure à la résistance d'isolement, pourra aisément se calculer ou se mesurer. Il n'est pas rare de voir pour les grands réseaux le courant de terre, dû à la capacité seulement, atteindre plusieurs ampères; et si, dans un cas semblable, nous avons trouvé, par exemple, un courant de capacité de 5 ampères, toutes les prises de terre de ce réseau devront avoir, au maximum, une résistance de $\frac{25 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 5$ ohms. Nous verrons tout à l'heure que cette condition n'est pas toujours facile à réaliser, surtout, par exemple, pour des poteaux métalliques plantés dans un sol rocailleux. Dans les installations de moyenne tension (jusque vers 600 volts environ), le courant de perte à la terre par défaut d'isolement sera *normalement* plus grand ou du même ordre de grandeur que le courant de capacité, et nous ne croyons pas être trop optimistes en prétendant que dans des réseaux même étendus, la résultante de ces deux courants ne dépassera pas 1 à 2 ampères (toujours en supposant qu'il n'y ait pas de défaut grave ou de point du réseau mis intentionnellement à la terre). Il faudra donc, dans ces conditions, pour réduire à 25 volts la différence de potentiel entre les objets mis à la terre, que les résistances des prises de terre ne dépassent pas 12,5 à 25 ohms.

En résumé, plus un réseau sera étendu, plus sa tension sera élevée, et plus il comprendra de câbles souterrains, plus il faudra réduire la résistance des prises de terre; mais il conviendra, même dans les cas les plus favorables, de ne pas dépasser environ 25 ohms pour des réseaux *isolés*.

Ces conditions sont loin d'être toujours réalisées

(1) Il peut paraître étrange de rencontrer cette phrase et surtout les mots « tension dangereuse » dans la première partie des prescriptions allemandes traitant des basses tensions, c'est-à-dire des tensions que le vulgaire considère comme inoffensives. A part l'expression « tension dangereuse » qui n'est ni précise ni très heureuse, l'idée est juste, comme le montrera la suite.

en pratique et, d'ailleurs, il n'est pas toujours facile d'obtenir d'aussi faibles valeurs. Nous n'en voulons pour preuve que le résultat de quelques mesures que nous avons eu l'occasion de faire récemment dans des installations électriques. Sur 60 prises de terre mesurées, nous en avons trouvé 15 qui avaient moins de 15 ohms et qui pouvaient, par conséquent, passer comme bonnes, 11 qui avaient de 15 à 50 ohms et 34, soit plus de 50 0/0, supérieures à 50 ohms, qui étaient donc franchement mauvaises; parmi ces dernières, certaines dépassaient même 500 ohms. Il faut donc s'attacher avec un soin tout particulier à réaliser de bonnes prises de terre et les vérifier souvent (1). Cependant, même avec de faibles résistances, la mise à la terre n'est pas un moyen de protection infaillible sur lequel on pourra toujours compter. Dans nos considérations précédentes, nous avons dû faire la restriction qu'il n'existait ni défaut grave, ni point mis à la terre dans les réseaux. En effet, sans cette restriction, les courants passant par les prises de terre peuvent prendre des valeurs telles, qu'il devient très difficile, ou même impossible, de maintenir la différence de potentiel au-dessous de 25 volts. Il est facile de le montrer par un exemple : supposons une installation industrielle d'une certaine importance (environ 300 kw) en courant triphasé à 500 volts. Admettons qu'il y ait dans le réseau un défaut franc de 10 ohms sur une phase (par exemple entre un conducteur et une pièce métallique du bâtiment). Si maintenant un des moteurs, dont nous supposons le bâti mis à la terre par une résistance de 15 ohms, vient à avoir un contact à la masse sur une autre phase, il passera par la terre un courant de $\frac{500 \text{ v.}}{15 \times 10 \text{ ohms}}$ = 20 ampères, et le bâti prendra par rapport à la terre une tension de $20 \times 15 = 300$ volts, qui peut être mortelle si l'on vient à toucher ce bâti à pleines mains. Ce courant de perte de 20 ampères ne fera d'ailleurs pas forcément fondre les coupe-circuit si le moteur est un peu grand, et on pourra même très bien ne pas s'en apercevoir à la génératrice et au tableau, surtout si l'ampèremètre est branché sur la troisième phase.

Donc, malgré une résistance de mise à la terre relativement faible, nous pouvons imaginer des cas où la protection obtenue par cette méthode est illusoire. Cependant, remarquons que plus la tension sera élevée, plus les défauts doubles auront une tendance à dégénérer en courts circuits et, par conséquent, à faire fondre les plombs. Dans les installations ayant en permanence un point ou un conducteur à la terre, les mêmes phénomènes se produiront pour les défauts simples, mais dans certaines, comme par exemple les installations de traction avec retour par les rails, nous avons toute facilité pour provoquer un court-circuit et mettre ainsi hors circuit la partie du réseau dans laquelle se produira le défaut; il suffira pour cela de relier les corps que nous voulons mettre à la terre, par exemple les poteaux métalliques, au conducteur de retour. Pour éviter les dangers des défauts doubles ou multiples qui peuvent rendre illusoire la protection par mise à la terre, il y a heureusement un moyen assez simple, qui consiste à contrôler continuellement l'isolement du réseau par des indicateurs de terre montés en permanence sur le tableau. Ces appareils, même s'ils ne sont pas très sensibles, rendront de grands services (puisqu'en somme il suffit qu'ils indiquent les défauts graves), et s'ils sont recommandables dans toute installation un peu grande, nous les croyons indispensables pour la haute tension (1).

Dans les cas où il ne sera pas facile ou même pas possible de constituer une terre de faible résistance, il sera prudent soit d'entourer l'objet mis à la terre d'un plancher ou tapis isolant (par exemple pour les bâtis de machines), soit de rendre toute partie métallique inaccessible; ce dernier procédé s'applique aux poteaux métalliques plantés dans du béton ou dans un sol peu conducteur; on couvre alors leur partie accessible avec un voligeage en bois.

Les réseaux à basse tension qui se trouvent à proximité de conducteurs à haute tension, tels les réseaux secondaires de transformateurs, risquent également d'être portés à des tensions dangereuses par un contact accidentel. Dans ce cas, il n'est pas toujours possible de mettre le réseau à basse tension à la terre ; on le munit alors d'un appareil dit « limitateur de tension » ou « appareil de mise à la terre ». En principe, ces appareils se composent presque tous de deux armatures séparées l'une de l'autre par une mince couche d'air de 1/10e à 2/10e de millimètre, et dont l'une est reliée au réseau et l'autre à la terre. Quand la tension du réseau contre terre dépasse 4 ou 500 volts, le courant franchit cet espace d'air et met le réseau à la terre.

Victor Kammerer,
Ingénieur du service électrique de l'Association alsacienne.

(A suivre.)

(1) Les prescriptions allemandes défendent l'emploi exclusif des conduites d'eau ou autres comme prises de terre et exigent toujours une disposition spéciale, telle qu'une plaque, par exemple. Cette exigence, très justifiée pour les parafoudres qui, en fonctionnement normal, doivent laisser passer des courants de forte intensité, nous paraît exagérée pour les terres destinées à la protection des personnes. Ces dernières ne sont appelées qu'accidentellement à laisser passer du courant et, en général, des conduites d'eau auront une résistance bien inférieure à des plaques de terre. C'est pour cette raison que les « Instructions sur le montage » des associations françaises admettent l'emploi des conduites d'eau comme terre de protection.

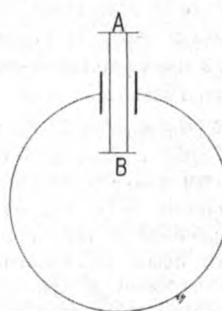
(1) Il faut cependant éviter de laisser continuellement en service des indicateurs de terre qui mettent eux-mêmes l'installation à la terre par une résistance assez faible.



ARCS ÉLECTRIQUES A GRANDE SURFACE

Nous empruntons à l'*Elektrotechnischer Anzeiger* les détails qui suivent sur un procédé qu'a fait récemment breveter un professeur norvégien, M. K. Birkeland, pour l'obtention d'arcs électriques de très grande surface.

« Ce procédé est basé sur l'établissement d'une combinaison ou d'une décomposition chimique de masses gazeuses au moyen d'un arc électrique d'un genre spécial. Comme on le sait, l'arc électrique exerce sur les gaz des actions chimiques. Ces actions dépendent particulièrement de la grandeur de la surface de contact existant entre l'arc et la masse gazeuse. Pour agrandir cette surface de contact, on a proposé d'employer des électrodes construites et disposées, l'une par rapport à l'autre, de manière à exécuter un mouvement tel que l'arc s'étende dans le sens de la longueur, au point de se fermer sur lui-même lorsque l'on augmente l'écart entre les électrodes. Mais, en procédant ainsi, il fallait employer des courants extraordinairement faibles. M. Birkeland lance un courant électrique par le point de contact établi entre deux conducteurs dont l'un (ou même les deux), peut exécuter un mouvement vibratoire dans un champ magnétique intense. L'inventeur a constaté que, en pareil cas, il se forme entre les points de contact un arc électrique qui, lorsque l'écart est augmenté même d'une fraction de millimètre seulement, se trouve violemment projeté vers le haut ou vers le bas, de manière à former un large disque uniforme, disque qui offre une grande constance et peut recevoir de fortes quantités d'une énergie intense. Ce procédé semble tout particulièrement se prêter à la production de combinaisons de l'azote et de l'oxygène atmosphériques. Comme le montre la figure ci-contre, M. Birkeland emploie un électro-aimant circulaire; l'air est amené par un tube prismatique AB dont l'intérieur est isolé et incombustible. Ce tube, grâce à des cloisons parallèles aux surfaces de l'électro-aimant, est divisé en des compartiments uniformes. Dans chaque compartiment on loge un interrupteur spécial, qui fonctionne indifféremment avec du courant alternatif et du courant continu. L'interrupteur en question se compose essentiellement de deux tiges métalliques dont une extrémité est fixe, tandis que l'autre extrémité forme un bon contact avec les ressorts. Une des extrémités se trouve empêchée, par un arrêt, d'osciller en haut, tandis que l'extrémité libre de l'autre tige ne peut, par suite de la présence d'un dispositif semblable, osciller en bas. Quand un courant alternatif à haute tension ou un courant continu à basse tension et d'intensité convenable parcourt parallèlement tous les interrupteurs (des résistances inductives sont reliées à chacun de ces interrupteurs), il se produit un mouvement de va-et-vient des deux tiges : l'une oscille à la base et l'autre à son extrémité supérieure, par suite de quoi une très légère interruption de contact se produit brusquement. Alors le phénomène ci-dessus mentionné se manifeste : l'arc est violemment projeté au dehors et l'espace se remplit avec l'arc lumineux étendu. En utilisant une tension assez élevée, on peut envoyer la totalité ou une partie du courant par les interrupteurs montés en série. Quand on utilise du courant continu, un seul ressort des interrupteurs à contact entre en oscillation. L'air peut s'écouler à travers tous les compartiments du tube AB soit en parallèle, soit partiellement en série, ou enfin il peut franchir tous les compartiments en série, en sorte qu'il traverse successivement les divers arcs et entre en contact avec un très grand nombre de disques lumineux. Pour rendre les arcs encore plus nombreux, on peut monter en parallèle plusieurs systèmes identiques. A l'interrupteur automatique qui vient d'être décrit, on peut substituer d'autres dispositifs pour obtenir de fréquentes et petites interruptions; on peut, par exemple, employer de grands diapasons que l'on actionne avec un petit électro-aimant. »



G.

BIBLIOGRAPHIE

Monographien über angewandte Elektrochemie. XIV Band. Elektrolytisches Verfahren zur Herstellung parabolischer Spiegel, von Sherard Cowper-Coles. Ins Deutsche übertragen von Dr Emil Abel. *(Monographies sur l'électrochimie appliquée. Volume XIV. Procédé électrolytique pour la construction de miroirs paraboliques, par Sherard Cowper-Coles Traduit de l'anglais en allemand par le Dr Emile Abel.)* — Un volume format 24 × 16 cm de 17 pages avec 13 figures et 2 tables. Prix : broché, 1 mark. (Halle-s/-Saale, Wilhelm Knapp, éditeur, 1904).

L'étude ci-dessus, après un court résumé historique sur la construction des miroirs paraboliques depuis

1872, est consacrée à l'exposé des méthodes employées par l'auteur, M. Cowper-Coles, pour l'obtention de réflecteurs en palladium. L'auteur signale des expériences démontrant que ses miroirs, qui mesurent jusqu'à 91 cm de diamètre, conservent invariable leur puissance de réflexion malgré la chaleur de l'arc électrique à laquelle ils sont soumis et malgré l'action de l'air humide et de l'eau de mer.

-oo-

Monographien über angewandte Elektrochemie. XV Band. Künstlicher Graphit, von Francis A J. Fitz-Gerald. Ins Deutsche übertragen von Dr Max Huth. *(Monographies sur l'électrochimie appliquée. Volume XV. Le graphite artificiel, par Francis A. J. Fitz-Gerald. Traduit de l'anglais en allemand, par le Dr Max Huth.)* — Un volume format 24 × 16 cm, avec 14 figures et 5 tables. Prix : broché, 3 marks (Halle-s/-Saale, Wilhelm Knapp, éditeur, 1904).

La monographie ci-dessus, consacrée à une industrie qui date d'hier, passe d'abord en revue les travaux préliminaires de MM. Despretz, Berthelot et Moissan, — trois noms français, — qui ont servi de point de départ au développement de cette industrie. L'auteur expose ensuite, en détail, les méthodes d'après lesquelles MM. Girard et Street, M. Acheson, MM. Rudolph et Harden transforment le charbon en graphite. Plus loin, une annexe rend compte des expériences de MM. Fitzgerald et Wilson, de M. Ludwig et de M. Borchers. Puis c'est une table qui nous apprend que la production du graphite artificiel, aux Etats-Unis, a été de 73665 kg en 1897 et que, en 1902, elle a atteint le chiffre de 1069950 kg. L'auteur donne, en terminant, une énumération des brevets accordés dans les différents pays, aux inventeurs qui se sont occupés de la fabrication du graphite, et enfin une liste bibliographique des publications relatives au même objet.

-oo-

Le graissage et les lubrifiants. *Théorie et pratique du graissage. Nature, propriété et essais des lubrifiants*, par Léonard Archbutt, chimiste à la Compagnie du Midland Ry, et R. Mountford Deeley, inspecteur du matériel et de la traction du Midland Ry. Traduit de l'anglais avec annexe, par G. Richard, ingénieur civil des mines. Un volume, format 25 × 16 cm de 546 p. avec 236 figures. Prix, broché : 20 fr.; cartonné, 21 fr. 50. (Paris, Vve Ch. Dunod, éditeur.)

La question si importante du graissage des machines a été rarement l'objet d'un traité vraiment pratique, car pour mener à bien un travail de ce genre, il faut posséder à la fois le savoir de l'ingénieur ainsi que les connaissances d'un chimiste. La difficulté a été tranchée facilement dans le présent ouvrage, car il est dû à la collaboration d'un ingénieur et d'un chimiste et il en est résulté un travail complet, bien au courant de nos connaissances actuelles. La traduction française, complétée par M. G. Richard, l'ingénieur bien connu, se présente donc dans des conditions toutes particulières d'exactitude technique et de clarté.

Au point de vue théorique, on y trouve toutes les données nécessaires concernant les frottements, la viscosité des liquides et le graissage.

Dans les chapitres suivants, sont successivement examinés la nature, les propriétés et l'essai des lubrifiants.

L'ouvrage se termine par la description et la discussion des applications des lubrifiants à la réduction des frottements dans les machines.

Les conditions dans lesquelles doivent être effectués les essais de détermination du *corps* et de la viscosité des lubrifiants sont particulièrement bien définies.

Ce livre, éminemment pratique, décrit en détail les dispositifs de graisseurs les plus récents et se recommande aux ingénieurs par les nombreuses indications utiles qu'ils y trouveront.

-oo-

Notices sur l'électricité : *Electricité statique et dynamique. Production et transport de l'énergie électrique*, par A Cornu, membre de l'Institut et du bureau des longitudes. (Notices extraites de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes.*) Un volume format 19 × 12 cm avec figures. Prix : 5 fr. (Paris, librairie Gauthier-Villars.)

Pour donner à nos lecteurs un aperçu du contenu de cet intéressant ouvrage, il nous suffira de reproduire sa préface écrite par M. A. Potier.

« Alfred Cornu n'était pas seulement le physicien éminent, l'observateur sagace et précis, dont la réputation est universelle. Il était aussi professeur et aimait à professer; investi, tout jeune encore, d'une chaire de physique à l'Ecole polytechnique, il avait vu passer entre ses mains près de vingt promotions.

« Pendant un si long laps de temps, la science qu'il enseignait se transformait; l'évolution de l'électricité se faisait avec une rapidité extraordinaire; non seulement les idées théoriques se modifiaient profondément, les actions à distance cédant pas à pas devant les actions du milieu; non seulement des notions, jusque-là réservées à la science pure et ordinairement dissimulées sous une épaisse couche de symboles mathématiques, passaient brusquement au premier plan et exigeaient des définitions précises et accessibles à tous, mais un langage nouveau était créé et, fait inouï, devenait immédiatement universel et international sans aucune consécration officielle ou législative.

« Les savants seuls n'auraient point obtenu un pareil résultat; ils ne l'auraient même pas probablement recherché s'ils n'avaient été poussés par les besoins de l'industrie; une série d'applications nouvelles, téléphonie, éclairage électrique, transport de l'énergie, électrochimie et électrométallurgie, télégraphie sans fil, naissait et se développait avec une rapidité telle, que le capital engagé dans leur exploitation dépasse aujourd'hui plusieurs milliards.

« Aussi n'est-il plus permis aujourd'hui aux honnêtes gens (dans le sens du dix-septième siècle), d'être absolument ignorants en ces matières; tel était pourtant le sort de la plupart des hommes instruits de la génération qui a précédé celle qui est actuellement sur les bancs des lycées ou des grandes écoles; en dehors de ceux qui, par leur profession même, ont dû se tenir au courant, ils furent surpris par cet épanouissement subit, et tout dépaysés par ce langage nouveau; beaucoup des anciens élèves de Cornu allaient lui porter

leurs doléances et lui exprimer le désir d'être mis en état de comprendre ce qui se passait et se disait autour d'eux; ils ne dissimulaient pas, pour la plupart, qu'ils étaient un peu rouillés, mais ils avaient pleine confiance dans le maître dont ils avaient pu apprécier la clarté, et comptaient bien qu'il y réussirait sans leur demander un labeur excessif.

« C'est pour les satisfaire que Cornu entreprit, dans les *Annuaires du Bureau des Longitudes*, une série de notices, 1893-1896, où il traite des unités électriques et des courants continus, tandis que celles de 1900, 1901 et 1902 sont consacrées aux générateurs industriels, à l'emploi des courants continus, alternatifs et polyphasés, et forment un ensemble bien circonscrit, excellente préparation à la lecture des ouvrages techniques que ces notices ne prétendent pas remplacer, mais largement suffisant pour le but qu'il s'était proposé. Le lecteur y retrouvera la limpidité habituelle que l'on aurait pu appeler la qualité maîtresse de Cornu, s'il n'avait prouvé, dans d'autres domaines, une précision et une rigueur impeccables. Il n'aura pas à craindre les erreurs typographiques, car à la demande de l'éditeur et pour rendre un dernier hommage à la mémoire de Cornu, l'éminent directeur adjoint du Bureau international des Poids et Mesures, M. C.-E. Guillaume s'est chargé de la révision et de la correction des épreuves, ce dont il s'est acquitté avec le soin d'un métrologiste. »

Les matières contenues dans ces notices sont les suivantes :

Corrélation des phénomènes d'électricité statique et dynamique et définitions des unités électriques. Introduction. Phénomènes électrostatiques. Phénomènes électromagnétiques (électricité dynamique). Appendice. — Les machines génératrices de courants électriques. — Le transport électrique de la force. Courants continus. Courants alternatifs. — Les courants polyphasés. Propriété générale des courants sinusoïdaux. Champs magnétiques tournants. Production et utilisation de courants polyphasés. Puissance des génératrices et réceptrices à courant alternatifs. — Bibliographie.

-oo-

Accessoires des chaudières : *Conduite des feux. Epuration des eaux. Alimentation. Chauffage. Appareils de sûreté et d'observation. Législation*, par Georges Franche, ingénieur. Un volume format 25 × 17 cm, de 384 pages, avec 179 figures. Prix, broché : 8 fr. (Paris, Henry Paulin et Cie, éditeurs.)

Dans ce volume, l'auteur s'est appliqué à donner un véritable *Manuel de la Chauffe*, que pourront utilement consulter les chefs-mécaniciens pour tout ce qui concerne la pose et l'entretien des appareils formant l'habillage d'une chaudière quelle qu'elle soit. Les ingénieurs et les industriels, qui ont le plus grand intérêt à être au courant de toutes les circonstances qui peuvent se produire en cours de marche et des perfectionnements récents, en tireront également grand profit et pourront réaliser quelques économies sur le chapitre de la conduite des générateurs.

L'ouvrage se termine par la publication intégrale des lois, décrets ou instructions ministérielles qui régissent aujourd'hui les appareils à vapeur.

On y trouve également le programme des examens à subir pour obtenir le brevet de mécanicien.

Les matières traitées dans les divers chapitres sont les suivantes :

Conduite des feux. Epuration des eaux d'alimentation. Indicateur de niveau d'eau. Alimentation. Chauffage. Manomètres. Soupapes de sûreté. Clapets de retenue d'alimentation Appareils divers. Législation et documents administratifs.

Ce livre, essentiellement pratique, est à recommander à tous ceux qui possèdent ou ont à conduire des chaudières à vapeur.

CHRONIQUE

Les nouvelles applications du telpherage électrique.

La Compagnie américaine United Telpherage Co étend tous les jours son champ d'action; nous avons mentionné ses débuts et décrit ses appareils dans ces mêmes colonnes. Nous constatons aujourd'hui qu'elle transforme de plus en plus ses primitifs *telphers* à trolley, dont la puissance était relativement minime, en imposants ponts roulants et grues électriques, qui sont maintenant capables d'enlever plusieurs tonnes en un seul chargement et de les transporter au loin sur le lieu de leur utilisation ou de leur destination quelconque. Le principe en est toujours resté le même; on y remarque toujours les deux moteurs aériens accouplés sur le même arbre, s'alimentant par tiges à trolley à deux conducteurs aériens et supportant une benne ou une charge quelconque. Mais le câble porteur, en présence du travail plus lourd à effectuer, s'est changé en rail de grande résistance; la simple roulette directrice s'est transformée en chariot qui supporte l'arrière du châssis de la benne ou du wagon à transporter, et qui se trouve alors remorqué par la locomotive sur le rail aérien. L'ensemble forme un tout rigide semblable à la plupart des transbordeurs aériens de grande puissance. Le fonctionnement, dans ce cas, n'est plus automatique. Un mécanicien est assis dans une logette ménagée à l'une des extrémités de la benne et effectue par coupleur les mises en marche, arrêts et changements de vitesse. Cette vitesse peut atteindre 120, 150 et 200 m par minute. La Compagnie applique principalement les nouveaux appareils transbordeurs à la décharge des chalands de charbon et au transport de ce combustible jusqu'aux wagons ou, dans certains cas, pour les usines à situation privilégiée jusqu'au-dessus des chaudières de la station génératrice. — G. D.

-oo-

Culture de la gutta dans le Nicaragua.

En 1897, M. J.-C. Hoster avait planté en pépinière dans sa propriété du Nicaragua, dans le district de la Perle, un grand nombre d'arbres à gutta et en avait opéré la transplantation l'année suivante. *Electrical Review* nous apprend que l'on vient d'effectuer la première récolte de gutta sur ces arbres âgés de sept ans seulement; ils avaient atteint une hauteur de 12 à 13 mètres et mesuraient en circonférence de tronc de 0,75 à 0,80 cm. Six mille de ces arbres ont donné un total de 252 kil. de gutta-percha. Soit une moyenne de 40 grammes environ par arbre; c'est évidemment peu, mais M. Hoster n'est pas désappointé de ces résultats

étant donné l'âge des arbres et surtout parce que quinze jours après une seconde opération lui a permis de recueillir un poids égal au premier et qu'une troisième après le même espace de temps, lui a donné les mêmes résultats, sans pour cela que les arbres n'aient éprouvé quelque trace de dépérissement ou de fatigue. Les résultats de l'année prochaine seront probablement de beaucoup supérieurs et, en prouvant définitivement l'excellence de cette culture, démontreront que la culture de l'arbre à gutta peut se transformer avec succès en affaire financière. — G. D.

-oo-

Stations radiotélégraphiques de la société « Telefunken ».

Cette société, qui exploite les brevets Slaby Arco et Braun pour la télégraphie sans fil, a actuellement, nous apprend la *Zeitschrift für Post und Telegraphie*, 221 stations en service ainsi réparties :

Allemagne	88
Angleterre	2
Danemark	6
Ecosse	20
Norwège	4
Russie	9
Hollande	7
France	2
Portugal	2
Autriche	13
Etats-Unis	61
Chili	4
Mexique	2
République Argentine	2

-oo-

La nouvelle locomotive électrique de la Cie anglaise Thomson-Houston.

Elle est principalement destinée à remorquer des trains de marchandises sur la section à traction électrique de la Compagnie Nord-Est de Newcastle. D'après notre confrère de Londres, *Engineering* qui en décrit tous les organes, nous extrayons les chiffres suivants :

Ecartement des roues, 1,43 m.
Diamètre des roues, 0,91 m.
Longueur totale, 11,55 m.
Poids, 50 tonnes.

S'alimentant soit par frotteur avec troisième rail, soit par une tige à archet sur une ligne aérienne, elle affecte la forme, bien connue maintenant, des locomotives électriques adoptée à Paris par la Compagnie d'Orléans, avec cabine centrale pour le mécanicien. Les moteurs de type GE55 sont au nombre de quatre, un par essieu. Des lampes à réflecteurs contenant trois lampes de 32 bougies chacune sont disposées à chacun des angles de la cabine de mécanicien, ainsi qu'à chaque extrémité ; elles sont disposées pour fonctionner par six en série sur le circuit à 600 volts. Deux autres lampes portatives sont également à la disposition du mécanicien en cas de besoin. Deux locomotives peuvent être accouplées pour remorquer les trains lourds, elles sont conduites par un seul mécanicien.

Ces locomotives ont été construites pour la remorque des trains de 300 tonnes à une vitesse de 22,500 km à l'heure ; sur des pentes accentuées, elles ne peuvent être attelées qu'à un train de 150 tonnes à une vitesse qui, selon les conditions de l'atmosphère, peut être de 14 à 16 km à l'heure. Mais des résultats supérieurs ont été atteints aux essais, puisqu'à Newcastle, la première locomotive en service a remorqué un train de 352 tonnes à la vitesse de 30 km à l'heure. — G. D.

-oo-

Les installations électriques du cuirassé allemand le « Brunswick ».

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* fournit les renseignements suivants sur l'outillage électrique installé à bord du cuirassé *le Brunswick :*

Ce bâtiment est une des plus puissantes unités de la flotte de guerre allemande. En effet, il déplace 13 200 tonnes et marche à une allure de 18 milles marins à l'heure sous l'action de machines développant une puissance de 16 500 ch. Son artillerie se compose de 4 canons à tir rapide de 28 cm, 14 de 17 cm, 12 de 8,8 cm, 12 de 3,7 cm, sans compter 8 canons-revolvers et 6 tubes lance-torpilles. L'éclairage, par tout le bord, tant au-dessous qu'au-dessus du pont cuirassé et sur le pont supérieur, est donné par l'électricité, au moyen d'environ 1100 lampes à incandescence. L'éclairage extérieur est assuré par quatre grands projecteurs, chacun d'une puissance lumineuse de 61 millions de bougies normales, dont les réflecteurs, en verre, ont 90 cm de diamètre. Deux de ces projecteurs sont logés dans la mâture ; les deux autres, établis en des endroits convenables sur les flancs du bâtiment, sont protégés par une cuirasse lorsqu'ils ne fonctionnent pas. 17 grands ventilateurs électriques, établis dans les différentes parties du navire, absorbent à eux seuls une puissance d'environ 65 ch. 250 autres chevaux sont nécessaires pour actionner les moteurs électriques commandant les 14 machines d'apport des munitions et les machines auxiliaires du service de l'artillerie, ainsi que les quatre monte-charge de charbon et les deux grandes grues destinées à mettre à la mer et à remonter à bord les petites embarcations. 56 moteurs, d'une puissance de 520 ch, actionnent les quatre machines de l'atelier des réparations, les machines réfrigérantes et celles affectées à la fabrication de la glace, la pompe à eau pour bains chauds, etc. Indépendamment des 17 grands ventilateurs ci-dessus, on rencontre un grand nombre de petits ventilateurs, électriques également, pour cabines, salons, etc. Les appareils transmeteurs d'ordres et de signaux, fournis par la maison Siemens et Halske, s'étendent à toutes les manœuvres qu'il est nécessaire d'effectuer à bord. *Le Brunswick* porte, en outre, un poste complet de télégraphie sans fil (système Telefunken). Le courant nécessaire pour toutes ces installations est produit dans deux installations centrales qui ont été fournies par la maison Siemens-Schuckert. Chacune de ces stations renferme une dynamo à vapeur de 126 ch et une autre de 86 ch. Enfin on rencontre une batterie d'accumulateurs servant au besoin de réserve, qui peut alimenter les lampes et les installations de signaux dont le fonctionnement est indispensable en cas de combat. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

PARIS. — DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 726 26 Novembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.* — *La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien** *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

ACTIONNÉES PAR DES MOTEURS ATMOSPHÉRIQUES

Alors que l'énergie électrique est depuis longtemps à la disposition des habitants de toutes les villes de quelque importance, les populations rurales sont privées de cet avantage, à l'exception toutefois de quelques-unes d'entre elles utilisant des chutes d'eau voisines. Aussi, en attendant que l'énergie électrique puisse être distribuée économiquement partout, on peut utiliser pour la produire une force motrice économique et disponible en tous lieux, telle que le sont les vents.

Il y a quelques années, le gouvernement danois chargea M. P. La Cour, professeur à l'Académie d'Askov, d'étudier d'une façon méthodique le problème de l'utilisation de la force du vent pour la production de l'électricité, dans un moulin construit à titre d'essai dans les environs de la ville précitée. Après avoir, en 1891, érigé un petit moulin à vent (fig. 1 à droite) dont les ailes ont une longueur de 5,75 m, on a procédé, en 1897, à la construction d'une installation plus puissante avec des ailes de 11,40 m et comprenant un certain nombre de salles d'essais (fig. 1 à gauche).



Fig. 1.

La construction de ces moulins est telle que les ailes se placent automatiquement contre le vent, leur angle d'ouverture variant suivant sa vitesse. Or cette orientation automatique des ailes, qu'on retrouve d'ailleurs dans tous les types modernes de moteurs à vent, est loin d'assurer une régulation parfaite. Aussi, pour y suppléer, M. La Cour a-t-il dû imaginer deux régulateurs automatiques.

Si une dynamo actionnée par un moulin à vent doit charger une batterie d'accumulateurs, il faut qu'elle satisfasse à deux conditions : la connexion entre la dynamo et les accumulateurs doit s'établir au moment même où la tension de la première dépasse celle des accumulateurs; c'est alors que ces derniers se chargent. Dès que le courant a tendance à s'inverser, c'est-à-dire dès que les accumulateurs sont susceptibles de se décharger dans la dynamo, la connexion entre ces deux organes doit être automatiquement interrompue.

La seconde condition consiste à limiter l'intensité des courants de la dynamo, quelle que soit la vitesse du vent, évitant ainsi la production d'une intensité excessive.

L'appareil représenté sur les figures 2 et 3 a été construit en vue de réaliser la première de ces deux conditions :

Un aimant en fer à cheval MN est monté sur une pièce mobile oscillant autour d'un axe O; dans son mouvement d'oscillation les pôles de l'aimant s'approchent de l'un ou de l'autre des pôles de deux électro-aimants tout en s'éloignant des pôles de signe opposé ou inversement.

Chacun de ces deux électro-aimants porte un enroulement en fil très fin, ss, et un autre en fil très gros SS. Normalement à l'aimant est disposée une tige de cuivre faisant corps avec lui; l'une des extrémités de cette tige plonge continuellement dans un vase en fer K_1, rempli de mercure, tandis que l'extrémité opposée peut plonger dans le vase K_2, toutes les fois que N est attiré vers la gauche et en sort dès que ce pôle est attiré vers la droite. Le courant passe de la borne A à la borne B en suivant le trajet indiqué sur la figure 3. A et B sont toujours reliées par le fil fin ss, alors que la connexion à travers le fil gros SS ne s'établit que dans le cas où l'extrémité de droite de la tige de cuivre plonge dans le mercure.

Voici le mode de fonctionnement de l'appareil :

Aussi longtemps que la tension de la batterie d'accumulateurs reste supérieure à celle de la dynamo, le fil fin est traversé par un courant de sens tel que les pôles de l'aimant mobile sont attirés vers la droite et, par suite, la tige ne plonge plus dans le vase K_2.

Lorsque la différence de potentiel aux bornes de la dynamo dépasse celle de la batterie d'accumulateurs, les pôles de l'aimant se trouvent attirés du côté gauche; la tige vient plonger dans le mercure du vase K_2, de façon à effec-

tuer la charge des accumulateurs; le courant de charge traverse normalement AK_1 K_2 ss B, et les pôles de l'aimant sont continuellement maintenus dans la position de gauche, l'extrémité de la tige de cuivre restant dans le mercure du vase K_2 tout le temps que le courant continue à passer dans la même direction. Si

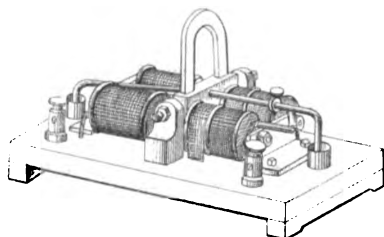


Fig. 2.

toutefois la vitesse du vent devenait trop faible et que, par suite, le courant soit inversé, l'aimantation des électro-aimants étant intervertie, les pôles de l'aimant seraient attirés vers la droite et la tige, sortant du mercure en K_2, interromprait la communication entre la batterie et la dynamo, abstraction faite de la connexion permanente à travers A ss B, qui n'est parcourue que par un courant très faible, mais qui, en raison du grand nombre de spires, suffit à rétablir le circuit passant par K_2, aussitôt que la tension de la dynamo dépasse celle des accumulateurs. C'est grâce à ce dispositif que toute l'énergie disponible du vent est utilisée sans qu'il y ait à craindre une décharge des accumulateurs à travers la dynamo lorsque la vitesse du vent est trop faible pour fournir un travail efficace. Les mouvements de la tige du commutateur automatique suivent exactement les variations de vitesse du vent.

L'autre dispositif, déjà mentionné plus haut et dont le rôle consiste à maintenir le courant à une intensité constante, si la vitesse du vent augmente, est fondé sur le principe suivant :

Lorsqu'une dynamo, par suite du mouvement de rotation qui lui est imprimé, produit du courant, ses électro-aimants opposent à la rotation de l'induit une résistance d'autant plus grande que l'intensité du courant produit est plus considérable. Or, si on relie une dynamo à une batterie d'accumulateurs, elle ne fournira de courant que lorsque sa tension aura dépassé celle de la batterie d'accumulateurs, grâce au dispositif automatique décrit ci-dessus qui vient établir la connexion entre la dynamo et la batterie. Mais l'intensité du courant s'accroît continuellement à mesure que la tension de la dynamo excède celle de la batterie, en même temps que les actions électromagnétiques s'opposent de plus en plus au mouvement de rotation de l'induit. Or, si l'on disposait d'un moyen pour actionner la dynamo par une force motrice constante, que sa vitesse angulaire soit grande ou petite, la dynamo prendrait automatiquement une vitesse susceptible de produire un courant d'intensité telle que la résistance au mouvement de l'induit compenserait exactement la force motrice appliquée. Comme l'intensité du courant est fonction de l'excès de tension de la dynamo par rapport à celle de la batterie, la vitesse angulaire de la dynamo se règle automatiquement d'après la tension de la batterie d'accumulateurs. Toutes les fois que cette tension se modifie, la vitesse angulaire de la dynamo subit une variation instantanée, de façon que sa tension excède celle de la batterie d'une quantité telle que la résistance au mouvement de l'induit pour le courant correspondant équilibre exactement la force motrice.

L'appareil employé à cet effet est représenté figure 4.

Une courroie R_1 R_2, à peu près verticale, actionne un engrenage intermédiaire; la courroie actionnant la dynamo est disposée à angle droit, c'est-à-dire à peu près horizontalement. L'axe de l'engrenage intermédiaire est monté sur un bras basculant D, supportant un contre-

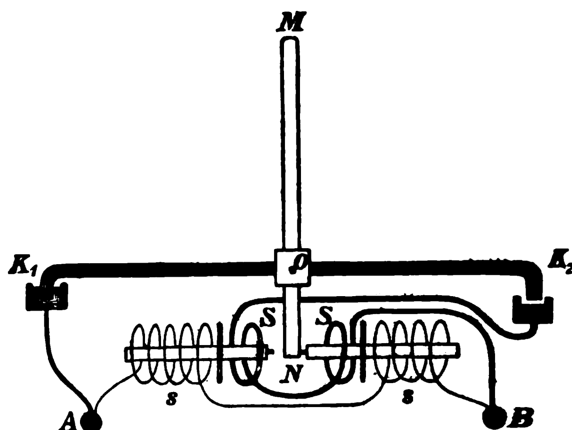


Fig. 3.

poids L. La tension résultante de la courroie se trouve de cette manière maintenue à des valeurs constantes, valeurs qui dépendent du poids de l'engrenage et du contrepoids. La tension de la courroie règle l'effort maximum susceptible d'être transmis par elle, de façon que la puissance que le moteur transmet à l'engrenage ne puisse dépasser une valeur donnée. Aussitôt que la résistance atteint la

valeur de la force motrice, la courroie se met à glisser, et l'excès de l'effort produit, à savoir la force motrice, se maintient à peu près constante, indépendamment du glissement plus ou moins fort de la courroie. Pour que cette dernière ne quitte pas les poulies, on leur a donné une forme cylindrique et la courroie est guidée soit par un dispositif en forme de fourche, soit par des broches en fer.

Un engrenage de ce genre, comme on le voit, est actionné par une force constante, soit que la dynamo tourne rapidement ou lentement, et indépendamment de la vitesse de rotation de l'axe moteur A. La vitesse angulaire d'une dynamo ainsi actionnée se règle de façon que sa tension excède celle des accumulateurs juste assez pour que le courant de charge ait une intensité déterminée, intensité que l'on règle facilement en modifiant la valeur du contre-poids. Dans le cas où la tension de la batterie d'accumulateurs viendrait subitement à varier, la dynamo règlerait spontanément sa vitesse angulaire, de manière à produire le même excès de tension sur la batterie qu'auparavant et à maintenir l'intensité du courant constante.

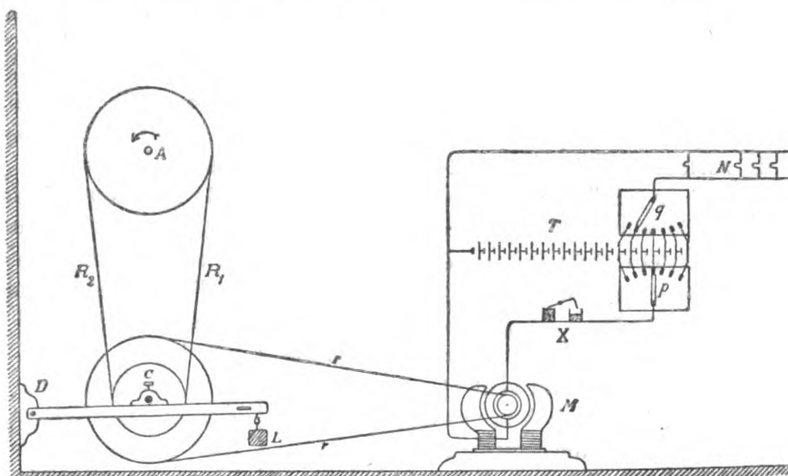


Fig. 4.

Voici les résultats de quelques expériences faites par M. La Cour en vue de vérifier le fonctionnement de ces dispositifs. Dans les quatre expériences résumées ci-dessous, la seule modification apportée selon la vitesse du vent consistait à insérer un nombre différent d'accumulateurs : la tension et la vitesse angulaire de la dynamo ont subi des variations instantanées :

Expérience n°	1	2	3	4
Tension électrique (volts).	110	133	139	160
Intensité du courant (ampères)	41	40	41	40
Nombre de tours par minute de la dynamo.	837	950	992	1060

Or, comme d'un côté le travail mécanique se mesure par le nombre de tours multiplié par l'excédent de tension de la courroie et que, d'autre part, le travail électrique est le produit de la tension par le nombre d'ampères, c'est-à-dire d'après les nombres qui viennent d'être donnés :

4510 5320 5699 6400

respectivement, l'excédent de tension de la courroie est exprimé par le quotient de ces valeurs par les vitesses angulaires de la dynamo de façon à prendre les valeurs de

5,4 5,6 5,7 6,0

respectivement dans ces quatre expériences.

La constance approximative de ces valeurs démontre le bon fonctionnement de l'appareil.

Ce double réglage permet de faire produire à la force motrice du vent de l'énergie électrique d'une façon absolument automatique. Comme, d'autre part, les moulins à vent sont mis en marche et arrêtés à peu près instantanément, il n'y a pas de surveillance appréciable. La sûreté du procédé a été confirmée par le fonctionnement du moulin expérimental d'Askov, qui a fonctionné régulièrement pendant deux années. Quant aux difficultés que présenterait un calme prolongé, la batterie d'accumulateurs pourrait suffire à tous les besoins au moins pendant quelque temps. Si toutefois il était nécessaire d'avoir une installation de secours, un moteur à pétrole ou tout autre dispositif serait facile à installer.

La question du réglage une fois résolue, il s'agissait de trouver, par des essais spéciaux, la forme la plus appropriée à donner aux ailes. M. La Cour s'est servi, à cet effet, de petits appareils en forme de moulins actionnés par le courant d'air produit par un ventilateur électrique; ce dernier était disposé à l'intérieur

d'un grand cylindre en fer sous le contrôle permanent d'un tachymètre de façon à donner un courant d'air absolument constant. Ces expériences ont été complétées par des mesures faites sur le grand moulin lui-même. Voici les lois confirmées par ces deux séries d'expériences indépendantes :

La pression du vent, toutes choses étant égales, est proportionnelle à la surface des ailes de forme semblable; cette pression est, d'autre part, proportionnelle au carré de la vitesse du vent.

Quant à ce qui regarde l'hypothèse jusqu'ici généralement admise dans la construction des moulins et d'après laquelle la pression agirait à angle droit par rapport aux ailes, M. La Cour a constaté des divergences fort importantes.

D'après les recherches du professeur danois, une aile plane ne saurait donner la moitié du travail utile qu'on obtient avec une aile repliée. Le maximum de travail qu'on obtient avec une aile plane n'est que de 42 grammètres par m^2 de surface et pour un vent ayant une vitesse de 1 m par seconde; ce maximum est obtenu si la vitesse de l'aile est de 2,23 fois celle du vent et l'angle de l'aile de 12° 1/2.

Une aile à surface brisée d'autre part est susceptible d'un travail maximum de 108 grammètres, l'aile se mouvant à une vitesse 3 fois plus grande que celle du vent et sous un angle de 7° 1/2. Or, 1 m^3 d'air à la vitesse de 1 m par seconde produit une quantité d'énergie de 64,5 grammètres. Si un plan de 1 m^2 de surface est poussé dans la direction même du vent, il fournit un maximum de travail de 11,1 grammètres à la vitesse de 33 cm par seconde. Il paraît étrange qu'une aile se mouvant à angle droit par rapport au vent soit capable de donner 108 grammètres, alors que le vent qui la frappe n'en possède que 64,5. Cette contradiction apparente s'expliquerait, suivant M. La Cour, par le fait que l'air ayant traversé l'espace intermédiaire entre les ailes fournit de l'énergie lorsque l'aile arrive en face; c'est qu'il se produit une raréfaction de l'air en arrière, ce qui a pour effet d'aspirer l'aile en avant en même temps que la vitesse de l'air lui-même se trouve réduite d'autant. C'est pour cette même raison que le travail utile du moulin rapporté à l'unité de surface, décroît lorsqu'il comporte un trop grand nombre d'ailes.

Il est de la dernière importance que les ailes d'un moulin présentent des surfaces résistantes aussi petites que possible.

On constate d'autre part qu'il ne convient pas d'employer plus d'un sixième de la périphérie circulaire comme surface d'aile; c'est alors que la force motrice équivaut à environ 77 grammètres; les portions intérieures des ailes peuvent, au contraire, occuper, sans perte aucune, une partie plus grande de la périphérie.

Voici, du reste, la forme des ailes qui, d'après les résultats de M. La Cour, serait la plus efficace :

1° Il convient d'employer quatre ailes dont la largeur soit égale à 1/4 ou 1/5 de la longueur et constante sur toute cette longueur.

2° La surface d'aile commencera à une distance de l'axe équivalente à la largeur de l'aile.

3° La section de l'aile sera une ligne courbe ou brisée et dont la plus grande partie sera environ trois fois plus grande que l'autre, se mouvant en avant, alors que la distance entre la corde de l'arc et le sommet de l'angle est de 3 à 4 0/0 de la largeur de l'aile. On aura soin de ménager un passage continu entre les deux portions de l'aile.

4° Une ligne droite tirée à l'extrémité des ailes du bord d'avant au bord arrière formera un angle de 10° avec la direction du mouvement de l'aile, angle croissant continuellement vers le centre où il prend la valeur de 25°.

5° La vitesse de la pointe extrême de l'aile sera 2,43 fois plus grande que celle du vent dont on attend le travail maximum.

6° Toutes ces conditions étant bien satisfaites, la quantité de travail fournie par le moulin atteindra 60 grammètres par m^2 de surface d'aile pour un vent ayant une vitesse de 1 m par seconde et augmentera en raison du cube de la vitesse du vent.

Le moulin expérimental précité actionne, depuis quelque temps déjà, une petite station électrique fournissant le courant aux habitants des communes voisines. Le courant constant normal fourni par cette station est de 60 ampères, la force électromotrice étant de 220 volts. On a installé un moteur à pétrole pour servir de réserve en cas d'accalmie durant plusieurs jours. Cette station a jusqu'ici donné des résultats fort satisfaisants, ne demandant d'ailleurs aucune surveillance appréciable. L'homme préposé à la station a pu s'absenter pendant des jours entiers et ce n'est que le matin et le soir et enfin pendant le fonctionnement du moteur à pétrole qu'il a vraiment eu à surveiller l'exploitation.

Quant à ce qui regarde le côté économique de la question, une installation de ce genre a

été trouvée assez rémunératrice. Le coût d'établissement a été d'environ 16 000 couronnes, dont 3000 couronnes ont été affectées à l'installation du moteur à pétrole. Le courant électrique est fourni au consommateur au même prix qu'à Copenhague, à savoir, à 0 fr. 70 le kilowatt-heure pour l'éclairage et à 0 fr. 20 par kilowatt-heure pour la force motrice. Les recettes sont d'environ 2800 couronnes, les dépenses de 800 couronnes par an. Il reste par conséquent 2000 couronnes pour les réparations et pour le paiement des intérêts, ce qui suffit amplement pour un capital de 16 000 couronnes. Aussi le prix de l'énergie pourrait-il être ultérieurement abaissé.

Dans le cas de petites exploitations électriques destinées à l'usage d'un nombre limité de maisons, le moteur à pétrole pourrait être remplacé par un dispositif manœuvré par des chevaux. D'autre part, dans le cas où le propriétaire de l'installation est son propre consommateur, la consommation de courant peut très bien être réglée d'après la vitesse du vent de façon que pendant les accalmies on ne consomme d'énergie que pour l'éclairage, ce qui diminuerait dans une mesure notable le coût d'établissement. D'après les calculs de M. La Cour, l'installation nécessaire pour une ferme moyenne coûterait de 3000 à 4000 couronnes.

Le problème consistant à utiliser la force du vent peut, d'après ce qui précède, être considéré comme étant résolu au double point de vue technique et économique. Les résultats réalisés permettront sans doute d'effectuer à l'avenir d'une façon mécanique et en même temps plus économique et satisfaisante bien des opérations qui, actuellement, exigent une main-d'œuvre onéreuse.

Dr A. GRADENWITZ.

NOUVEAU SIGNAL ÉLECTRIQUE
DE CHEMIN DE FER
SYSTÈME VOET

Dans les signaux des chemins de fer, tout semble parfaitement prévu, sauf le cas où le mécanicien ne les voit pas! Si un brouillard épais noie, dans ses fumées, bras de sémaphore ou feux rouges, si un pétard explose mal ou qu'un oubli et le mauvais temps, survenu brusquement, privent le mécanicien de ce secours auxiliaire, très souvent insuffisant dans tous les cas, c'est le hasard qui vient présider à la destinée du train et de son contenu.

On sait, en effet, que les seuls moyens qui sont actuellement en usage pour signaler au mécanicien d'un train en marche les divers mouvements de la voie sont au nombre de quatre, à savoir : les sémaphores avec leurs bras mobiles, système que l'on peut appeler universel aujourd'hui, puis les feux diversement colorés qui, solidaires du fonctionnement des électro-sémophores s'emploient la nuit; les drapeaux ou signaux à main sont encore adoptés pour certains cas et enfin, en temps de brouillard, des signaux explosifs ou pétards qui, placés sur les rails, détonent sous l'action des roues du train passant dessus.

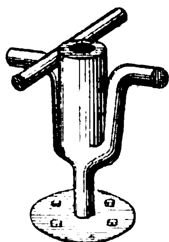
Comme le fait remarquer *Electrical Review* de Londres, il est à noter que tous ces signaux appartiennent à la voie et sont placés sur la voie seulement; ils n'ont de retentissement sur la machine que par contrecoup plus ou moins réel et n'impressionnent qu'indirectement le mécanicien, le seul intéressé cependant.

Supposons un brouillard intense, et voilà notre guide complètement aveugle, ignorant de ce qui se passe devant lui et ce ne sont pas quelques détonations éclatant à droite ou à gauche qui, selon notre avis, auront un langage suffisamment imagé pour le renseigner exactement. En outre, si ce brouillard est survenu inopinément, ces signaux phoniques font défaut et rien ne vient troubler l'inquiétude dudit mécanicien. D'ailleurs, par temps humide, la fumée, le brouillard du matin s'engouffrent de préférence dans les tranchées des voies et chacun sait combien de retards importants doivent être attribués dans tous les cas, au brouillard, à la brume, à des signaux non transmis ou mal compris.

Nous ne voulons pas parler ici des divers systèmes proposés et dont quelques-uns, pratiques, ont pour but de mettre le mécanicien d'un train en marche continuellement en relation avec les gares, la voie, ou avec les autres trains circulant sur la même voie; non, le système que préconise M. Jan Voet de Haarlem est simplement destiné à répéter sur la machine les signaux de la voie et à les rendre ainsi visibles, palpables même au mécanicien par tous les temps et dans tous les cas. Ce serait là un grand progrès, un immense perfectionnement apporté dans le fonctionnement quotidien des trains.

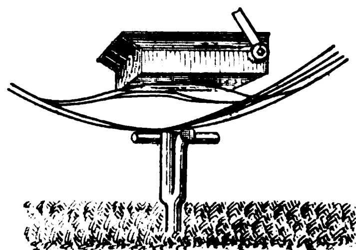
Les signaux Voet ne suppriment donc aucun des dispositifs installés sur les voies et sans grande complication additionnelle, ni dépense

supplémentaire; ils comprennent (fig. 1) une pièce métallique se composant d'un axe vertical et de quatre bras coudés placés en croix sur cet axe. Deux de ces bras, les plus longs, sont fixés en bas de l'axe et les deux plus courts sont presque au sommet. Cette pièce métallique, qui peut tourner dans son ensemble d'un angle de 90°, est reliée mécaniquement par une tige ou une corde aux organes qui font fonctionner le bras du sémaphore et en est par conséquent solidaire, quand cet appareil est placé sur la voie entre les rails de roulement.


Fig. 1.

Le bras se lève, la pièce métallique tourne de manière que les longs bras coudés inférieurs se trouvent à angle droit avec la direction des rails; dès que l'aile du sémaphore est abaissée, la pièce métallique tourne encore, les longs bras sont parallèles aux rails et les plus courts sont perpendiculaires à ces mêmes rails.

Sous la machine ou sous le tender sont fixées quatre lames de cuivre flexibles, soutenues par quatre lames de même métal faisant ressort et isolées électriquement les unes des autres et de la machine sur laquelle l'ensemble est fixé. L'écartement de ces lames correspond exactement à la longueur des bras coudés de la pièce métallique ci-dessus décrite, de sorte que dans la position de danger, lorsque l'aile du sémaphore est levée, les deux grands bras viennent


Fig. 2.

au contact des deux lames métalliques extrêmes, et que dans la position de repos, quand l'aile du sémaphore est abaissée, ce sont les deux petits bras qui touchent seuls les lames médianes; les deux autres étant parallèles aux rails, glissent sans les toucher entre les lames.

Sur la locomotive, une batterie de deux ou trois accumulateurs constitue la source d'énergie du système et le circuit se complète par deux paires de lampes, l'une rouge, l'autre verte, avec deux sonneries de timbre différent. On peut encore monter sur les lampes, comme mesure supplémentaire, un disque rouge et un disque vert, de manière à reproduire exactement les signaux de la voie. Le circuit reste fermé, les sonneries tintent et les lampes restent allumées jusqu'à ce que le mécanicien à l'aide d'une manette, interrompe le circuit; on est donc sûr ainsi qu'il a eu connaissance du signal. Enfin l'appareil sur la machine peut se compléter encore par une sorte de compteur qui totalise le nombre des signaux verts et celui des signaux rouges; on peut ainsi vérifier à l'extrémité des parcours si tous les signaux ont été bien observés, bien transmis, bien reçus.

M. Jan Voet a prévu le cas où les connexions électriques viendraient à se déranger; alors mécaniquement, la pièce métallique met en mouvement sur la machine un signal de danger et tout l'inconvénient qui peut résulter de cette malechance est que le train s'arrête et attende des signaux complémentaires.

Tout cet ensemble nous paraît parfaitement imaginé dans sa simplicité et semble supprimer bien des dangers et bien des incertitudes dans la conduite d'un train. L'appareil de la voie peut être installé en avant de l'électro-sémaphore, dans une courbe et prévenir ainsi le mécanicien en temps utile; il n'y a plus à craindre les erreurs de vision par suite de daltonisme et de confusion des couleurs rouge et verte; les sonneries de timbre différent sont là pour donner des indications précises; enfin, les disques à inscription peuvent encore apporter leur affirmation écrite et supprimer entièrement toute hésitation possible.

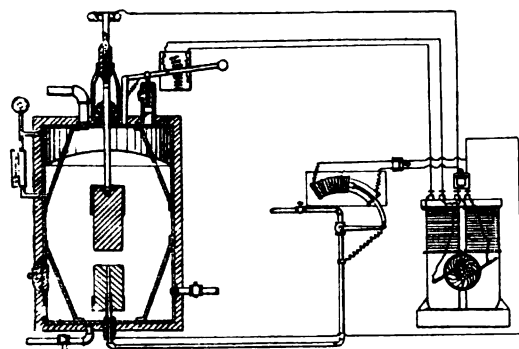
Georges Dary.

NOUVEAU PROCÉDÉ DE PRODUCTION DE LA VAPEUR PAR L'ÉLECTRICITÉ

M. Thomas W. Neely vient d'inventer tout récemment un procédé permettant d'obtenir de la vapeur au moyen de l'électricité. La chaleur servant à vaporiser l'eau est fournie par un arc électrique placé à l'intérieur de la chaudière. Un autre point à signaler est l'introduction de vapeur hydrocarburée au centre de l'arc. Cette vapeur s'unit à l'oxygène mis en liberté par l'électrolyse de l'eau, et la combustion qui en

résulte fournit une quantité supplémentaire de chaleur.

On voit sur la figure le dispositif adopté. L'électrode inférieure est munie d'un orifice cen-



tral par lequel pénètre la vapeur hydrocarburée. Les essais de ce dispositif ont, paraît-il, été satisfaisants.

Armand LEHMANN.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LES INSTRUMENTS DE MESURE A LECTURE DIRECTE

(Suite) (1).

M. E.-B. Vignoles fait remarquer qu'il partage l'opinion émise par les auteurs, à savoir que les ingénieurs électriciens n'accordent que peu d'intérêt au sujet traité.

Par le titre donné à leur mémoire, MM. Edgcumbe et Ponga pourraient laisser supposer qu'ils traitent uniquement des instruments destinés aux tableaux de distribution, alors qu'une grande partie des explications fournies se rapportent à des instruments destinés à fournir des mesures précises.

M. Vignoles croit que l'on aurait tort de supposer que les instruments placés sur les tableaux de distribution doivent permettre d'effectuer des mesures précises; à son avis, ces instruments sont plutôt des appareils de contrôle permettant de se rendre compte du fonctionnement de l'installation et, dans la plupart des cas, la question de précision, dans le sens que l'on attribue généralement à cette expression, est tout à fait secondaire. Il cite, à l'appui de son opinion, le fait que plusieurs ingénieurs-conseils bien connus spécifient que, pour le contrôle des feeders, des ampèremètres exacts à 10 0/0 près sont bien suffisants. M. Vignoles estime que c'est une exigence normale et très raisonnable. En ce qui concerne le contrôle des circuits des génératrices et autres, il est, dit-il, absolument inutile d'exiger l'emploi d'instruments de contrôle aussi précis que ceux qui servent à effectuer des mesures proprement dites. Il est beaucoup plus important, à son avis, que l'électricien, chargé de la surveillance du tableau de distribution, puisse lire facilement et rapidement à distance les indications fournies par les instruments de contrôle, plutôt que d'avoir des instruments exacts à 1 0/0 près.

En ce qui concerne les ampèremètres, il est, dit-il, inutile pour les tableaux de distribution d'exiger des instruments de grande précision; quant aux voltmètres, M. Vignoles se demande si un grand degré de précision est indispensable. On a dit que les voltmètres devaient être exacts à 1 volt près sur 450 volts; on peut installer des instruments qui, au moment de leur mise en service, présenteront ce degré de précision, mais rien ne prouve qu'ils le conserveront pendant longtemps. Il est beaucoup plus utile que tous les voltmètres d'un tableau donnent des indications identiques plutôt que d'avoir un degré de précision exagéré.

En résumé, M. Vignoles estime que la condition essentielle que doit remplir un instrument destiné aux tableaux de distribution est que ses indications soient visibles à distance, c'est-à-dire que son échelle présente d'assez grandes dimensions et que les chiffres soient très apparents, condition incompatible avec un grand degré de précision, puisque, dans ces conditions, les erreurs de lecture sont inévitables.

M. W. H. Patchell fait remarquer que les instruments ayant leur graduation sur le côté sont influencés plus que les autres par les champs voisins.

Quant aux instruments portatifs servant d'étalons, il faut les protéger contre l'action des champs magnétiques si l'on veut obtenir des indications exactes, surtout si on les utilise dans une salle de machines où se trouvent des dynamos bipolaires. Il est nécessaire dans ce cas de les protéger par une boite en fer.

M. E. Kilburn Scott dit que, dans le voisinage des tableaux de distribution de station centrale, il se produit toujours un champ magnétique très intense et que, dans ces conditions, c'est faire une dépense inutile que d'installer des instruments qui ne sont précis qu'autant qu'ils se trouvent à l'abri de cette influence.

Il y aurait tout avantage, dit-il, à éloigner les instruments de mesure du voisinage des barres collectrices, résultat qu'il serait facile d'obtenir en installant tous les instruments nécessaires sur le groupe électrogène même. Naturellement la chose n'est possible qu'à la condition que ces instruments ne soient pas affectés par les champs de dispersion des génératrices, ce qui est le cas des instruments thermiques.

En réponse aux observations présentées par

(1) Voir l'*Électricien*, n° 723, p. 296; n° 724, p. 310; et n° 725, p. 329.

M. Evershed au sujet des échelles, M. Edgcumbe répond, qu'il reconnaît que les échelles sur papier sont beaucoup plus exactes que les autres. Il ajoute qu'il croit possible d'établir pour chaque instrument une échelle graduée par des lectures directes en un temps presque aussi court que celui qui est nécessaire pour régler un instrument pour une échelle établie à l'avance. La graduation obtenue à l'aide de lectures directes est nécessairement beaucoup plus exacte.

Répondant à M. Ayrton au sujet des champs de dispersion dus aux barres collectrices, M. Edgcumbe fait remarquer que les valeurs données dans son tableau s'appliquent aux instruments placés dans les conditions les plus défavorables.

Après les considérations générales qui viennent d'être résumées, MM. Edgcumbe et Punga ont successivement examiné dans leur mémoire les principaux types d'instruments de mesure destinés aux tableaux de distribution.

III. — Ampèremètres et voltmètres à bobine mobile et à aimant fixe.

Il existe de nombreux types d'ampèremètres et de voltmètres pour la mesure des courants continus, mais ceux à bobine mobile et à aimant fixe sont actuellement ceux que l'on utilise le plus fréquemment dans les stations centrales.

D'une manière générale, ces instruments se composent d'une petite bobine mobile placée dans le champ magnétique d'un aimant permanent. Cette bobine est montée sur pivots de manière à pouvoir tourner autour de son axe sous l'action du courant qui la traverse. Des ressorts spiraux en métal non magnétique servent à relier le circuit de la bobine mobile avec les bornes de l'instrument; ces ressorts constituent en même temps le couple antagoniste. Un noyau cylindrique en fer doux, placé à l'intérieur de la bobine mobile, permet de diminuer la réluctance du circuit magnétique; en outre les pièces polaires de l'aimant sont alésées convenablement pour que le noyau de fer doux soit placé concentriquement. On obtient ainsi un champ magnétique uniforme et, comme la tension des ressorts spiraux est pratiquement proportionnelle à l'angle de déviation de la bobine, il s'ensuit que cet angle est lui-même proportionnel à l'intensité du courant passant dans l'instrument. Dans ces conditions, les divisions de la graduation sont équidistantes dans toute l'étendue de l'échelle.

Si les ressorts spiraux, lors du montage, ont déjà subi une certaine tension et si l'aiguille indicatrice se trouve néanmoins au commencement de la graduation, cette aiguille et la bobine mobile dont elle est solidaire ne commenceront à dévier que pour une certaine valeur de la différence de potentiel, par exemple, valeur déterminée à l'avance. On obtient ainsi une graduation ne commençant pas au zéro, mais partant d'une certaine valeur; ce dispositif correspond à l'effet que l'on obtiendrait en ayant une échelle deux ou trois fois plus étendue, échelle dont la partie utile serait seule visible. Ce dispositif est principalement employé dans les voltmètres, mais il n'est applicable qu'aux instruments dans lesquels les erreurs d'ordre électrique sont minimes, attendu qu'en réalité il permet simplement d'effectuer des lectures plus exactes, mais qu'il ne saurait modifier le degré de précision de l'instrument.

Les voltmètres à bobine mobile et à aimant permanent sont ceux qui, au point de vue électrique, réunissent toutes les qualités que l'on peut désirer pour un instrument de ce genre. En premier lieu, on obtient dans l'entrefer un champ magnétique puissant (l'induction dans l'entrefer atteint généralement 700 gauss environ); il s'ensuit qu'il suffit d'un très petit nombre d'ampères-tours dans la bobine mobile pour obtenir le fonctionnement de l'instrument qui, par suite, consomme très peu d'énergie. En outre, cela permet de donner à l'équipage mobile un poids très faible.

La résistance de l'enroulement de la bobine mobile n'est que de 10 à 30 ohms, l'action des variations de température sur le cuivre de cet enroulement est presque entièrement compensée par la résistance mise en série avec la bobine mobile, résistance additionnelle faite généralement avec un alliage présentant un coefficient de température négligeable. Les alliages que l'on emploie actuellement pour constituer ces résistances ont une résistivité 30 à 40 fois supérieure à celle du cuivre et leur coefficient de température est inférieur à $\frac{1}{200}$ 0/0 par degré centigrade. Ce fait présente une grande importance et a permis d'obtenir un avantage appréciable, car la résistance d'un enroulement en cuivre augmente de 0,004 par degré centigrade d'élévation de température. Grâce à l'emploi d'une résistance additionnelle en alliage à faible coefficient de température, ce coefficient pour un voltmètre à bobine mobile de 100 volts n'atteint pas $\frac{1}{100}$ 0/0 par degré centigrade.

Dans les instruments à bobine mobile, il n'y a pas production de phénomènes d'hystérésis, car le flux magnétique est pratiquement constant, bien que, d'après la théorie, les ampères-tours de la bobine mobile affectent légèrement le champ permanent en l'affaiblissant dans la moitié inférieure de l'échelle et en le renforçant dans l'autre moitié. Pratiquement cette action est négligeable, car il faut moins d'un ampère-tour pour faire dévier la bobine mobile.

Une cause d'erreur pouvant affecter les instruments à bobine mobile est due aux variations qu'éprouvent avec le temps les ressorts spiraux d'une part et l'aimant permanent d'autre part.

Les perfectionnements apportés à la préparation des ressorts en métal non magnétique et les

soins minutieux du montage évitent pratiquement toute cause d'erreur de ce chef.

En ce qui concerne la fabrication des aimants permanents, on a réalisé en ces derniers temps des perfectionnements considérables et il suffit d'appliquer aux aciers à aimants un traitement convenable de durcissement et de vieillissement pour éviter tout mécompte.

Les procédés qui consistent à vieillir les aimants sont considérés, par la plupart des constructeurs, comme un secret de fabrication; en réalité, les constructeurs connaissent les procédés des concurrents, mais sont généralement persuadés que le leur est le seul infaillible et parfait. En examinant de près cette question, on ne tarde pas à reconnaître que les méthodes appliquées diffèrent bien peu les unes des autres quant au principe; elles consistent, comme l'indique l'expression vieillissement, à soumettre l'aimant artificiellement aux conditions qu'il aurait à subir ultérieurement telles que désaimantations, variations de température, etc.

Au point de vue construction, si l'on veut obtenir des aimants conservant leur puissance, il convient de leur donner, par rapport à leur surface, une longueur aussi grande que possible, de laisser un entrefer aussi petit par rapport à la longueur de l'aimant et aussi grand par rapport à la surface que les exigences de la construction pourront le permettre.

L'apériodicité s'obtient, dans les instruments à bobine mobile, en enroulant la bobine sur une bague ou sur un cadre en cuivre ou en aluminium. Les déplacements de cette bobine dans le champ magnétique de l'aimant permanent donnent lieu à la production de courants parasites ayant pour effet d'amortir les oscillations.

La bobine mobile ne pouvant supporter que le passage d'un courant de faible intensité, généralement ne dépassant pas 500 milliampères, il s'ensuit que les ampèremètres destinés à mesurer des intensités supérieures doivent être munis de shunts. Afin de restreindre les dimensions de ces shunts, à supposer qu'il n'y ait pas d'autre motif pour le faire, il y a lieu d'établir ces shunts de manière que la chute de tension entre leurs bornes reste très faible, moins de 0,1 volt à pleine charge. Dans ces conditions, la résistance totale de l'ampèremètre doit être assez faible (de 1 à 5 ohms par exemple) et la résistance de l'enroulement de la bobine mobile doit, par rapport à celle du shunt, être relativement assez grande. Mais, dans ces conditions, le coefficient de température de l'ensemble n'est nullement négligeable et l'on trouve fréquemment des ampèremètres présentant des erreurs qui varient de 0,05 à 0,2 0/0 par degré centigrade.

Pour éviter cette cause d'erreur, il faudrait que le shunt fût établi avec un métal ayant le même coefficient de température que celui qui est utilisé pour constituer l'enroulement de la bobine, que le courant les traversant n'échauffât ni le shunt ni la bobine ou au moins que les deux soient échauffés d'une manière identique. Pratiquement ces conditions ne sont pas réalisables. Tout ce qu'il est possible de faire pour atténuer cette cause d'erreur consiste à établir le shunt avec un métal dont la résistance demeure pratiquement constante lors des variations de température et de monter en série avec le cuivre de la bobine mobile une longueur aussi grande que possible d'un fil de même nature que le shunt.

En supposant que l'aimant permanent employé ait la puissance compatible avec sa constance d'aimantation et que le couple moteur soit déterminé en raison de la valeur de la résistance des frottements à vaincre, il faudra donner à la bobine mobile un nombre défini d'ampères-tours, ordinairement de 0,5 à 1 ampère-tour.

On peut démontrer que, dans ces conditions, avec une bobine de dimensions données, la différence de potentiel aux bornes nécessaire pour assurer le fonctionnement est inversement proportionnelle à la section du fil utilisé pour l'enroulement. Mais on ne tarde pas à atteindre une limite de cette section parce que, d'abord, la diminution de la résistance donne lieu à un accroissement de l'intensité, ce qui augmente les chances de dérangement dues à la résistance des contacts et puis, parce que l'on doit tenir compte de la résistance électrique des ressorts spiraux et des connexions reliant ces derniers aux bornes de l'instrument. Les ressorts ont un coefficient de température variant entre 0,1 et 0,4 0/0 par degré centigrade et une résistance de 0,1 à 0,5 ohm.

Les meilleurs résultats sont obtenus quand les résistances respectives de la bobine mobile et des ressorts sont, l'une par rapport à l'autre, en raison inverse des coefficients de température.

(A suivre).



SUR UN DISPOSITIF DE SÉCURITÉ

POUR CANALISATIONS ÉLECTRIQUES

A HAUTE TENSION. (1)

L'emploi grandissant des courants électriques à haute tension qui seuls permettent les transports d'énergie à grandes distances a rendu malheureusement trop fréquents les accidents de personnes provoqués par ces installations.

Le plus souvent ces accidents sont causés, non par les appareils producteurs ou récepteurs de l'énergie, car il est facile de les protéger et de les

(1) Note présentée à l'Académie des Sciences le 31 octobre 1904.

mettre à l'abri de tout contact, mais bien par les canalisations servant au transport de cette énergie.

Ces canalisations peuvent être souterraines ou aériennes; l'emploi des premières est limité par deux raisons : l'une, d'ordre technique, consiste dans la difficulté de les réaliser pratiquement lorsqu'il s'agit de très haute tension; l'autre, d'ordre financier, est le prix élevé de ce genre de canalisation.

Pour ces motifs, l'usage des canalisations aériennes s'est très répandu; il le sera de plus en plus, au fur et à mesure de l'augmentation du nombre d'installations et des plus grandes distances à franchir.

Ces canalisations empruntent forcément les chemins et routes et sont ainsi presque en contact avec le public.

Une rupture d'un conducteur l'amenant à portée de la main, ou un simple contact entre ce conducteur et un fil télégraphique ou téléphonique, peut causer mort d'homme.

On a cherché à parer à ces dangers par divers moyens; filet de protection; berceaux métalliques fixés aux poteaux, de façon à recevoir les conducteurs en cas de rupture et à les mettre ainsi au potentiel de la terre; cloches isolatrices spéciales munies d'interrupteurs automatiques ou cloches montées sur pivot, venant s'infléchir et mettre le conducteur en contact avec un cercle métallique relié à la terre, dès que ce conducteur n'est plus également tendu de part et d'autre de la cloche.

Tous ces procédés ont l'inconvénient, pour une ligne un peu longue, de nécessiter des appareils nombreux, par conséquent d'un entretien difficile et par cela même d'un fonctionnement incertain.

Nous avons pensé augmenter notablement la sécurité de ce genre d'installations par le nouveau dispositif suivant :

Chaque ligne est munie en son origine d'un interrupteur disjoncteur dont le déclenchement s'opère automatiquement dans les trois cas d'accidents suivants :

I. Rupture d'un conducteur;

II. Mauvais isolement d'un conducteur;

III. Contact accidentel entre un conducteur et un fil télégraphique ou téléphonique muni des appareils de protection courants.

Ce résultat est obtenu en utilisant le principe qui suit :

Aux deux extrémités d'une ligne, les potentiels des points neutres de la distribution sont sensiblement les mêmes tant que cette ligne est en état normal.

Au contraire, ces potentiels sont très différents, dès qu'il se produit une rupture d'un conducteur.

De même, les potentiels des points neutres sont sensiblement les mêmes que celui de la terre tant que cette ligne est en état normal; au contraire, ces potentiels en sont très différents dans le cas des accidents II et III.

Ces différences de potentiel sont utilisées comme suit :

A l'extrémité de la ligne à protéger, on relie à la terre, avec interposition d'un parafoudre à faible distance d'éclatement, un point neutre existant dans la distribution ou spécialement créé à cet effet par des bobines de self ou des résistances.

A l'origine de la ligne on relie également à la terre, avec interposition d'un parafoudre analogue, l'entrée de l'enroulement à haute tension d'un petit transformateur auxiliaire. La sortie de cet enroulement est reliée à un point neutre existant ou à créer.

On peut commodément employer, comme points neutres, les centres d'enroulement à haute tension de transformateurs ou génératrices.

La différence élevée de potentiel qui se produit entre les deux points neutres de tête et d'extrémité de ligne ou entre ces points neutres et la terre, en cas de perturbation à la ligne, provoque un passage de courant à travers le primaire du petit transformateur auxiliaire, le ou les deux parafoudres et la terre.

Le passage de ce courant à haute tension à travers le transformateur auxiliaire se fait sous forme de décharge et ce transformateur fonctionne presque à la manière d'un condensateur.

Le secondaire du transformateur auxiliaire provoque alors directement, ou plus commodément par l'intermédiaire d'un relais la mise en action du solénoïde de déclenchement du disjoncteur.

L'ouverture du disjoncteur se produit instantanément et rend ainsi inoffensive la canalisation où s'est produit l'accident.

L'emploi des parafoudres n'est pas indispensable, mais a l'avantage d'éviter qu'en marche normale il ne puisse y avoir par la terre des circulations de courant qui, éventuellement, pourraient gêner les communications téléphoniques voisines.

On peut donner toute autre forme pratique au principe exposé ci-dessus, qui consiste en l'utilisation de la différence élevée de potentiel qui se produit soit entre les points neutres des extrémités d'une ligne à haute tension lorsqu'un des conducteurs se rompt, soit entre les points neutres et la terre lorsqu'un conducteur est mal isolé ou vient à toucher un fil téléphonique.

On peut remarquer que le dispositif qui vient d'être décrit utilise des appareils existant normalement dans toute installation, tels qu'interrupteur-disjoncteur et transformateurs d'usage industriel, auxquels il suffit d'adjoindre un petit transformateur auxiliaire et un relais, c'est-à-dire deux appareils dont la surveillance et l'entretien sont des plus minimes.

L. Neu.



ETAT ACTUEL DE L'ACCUMULATEUR EDISON

L'accumulateur Edison est basé sur le transport de l'oxygène d'une électrode sur l'autre; pendant la charge cet oxygène est porté électrolytiquement de la plaque négative sur la positive. Bien que les réactions chimiques ne soient pas complètement définies, on peut admettre provisoirement qu'elles sont représentées théoriquement par le tableau suivant :

État de l'élément.	Plaque positive.	Electrolyte.	Plaque négative.
Chargé.	NiO^2 NiO^2	KOH H^2O KOH	Fe
En décharge.	+ NiO^2 K	H^2O HO	Fe
	+ NiO^2 K + Ni^2O^3 KOH KOH	HO H^2O	FeO
Déchargé.	Ni^2O^3	KOH H^2O KOH	FeO

Le cycle représenté par le tableau ci-dessus montre que pendant la décharge l'électrolyte se divise en cathions de potassium et anions d'oxhydryle, les premiers se dirigeant vers la plaque positive et les autres vers la négative. En arrivant à ces plaques, les ions leur cèdent leurs charges respectives. A la plaque positive, le potassium s'empare d'une partie de l'oxygène de l'oxyde de nickel et, se combinant avec l'eau en présence, forme de nouvelles molécules d'hydrate de potassium, l'électrolyte primitif. A la plaque négative, les ions d'oxhydryle cèdent de l'oxygène et forment de l'eau. L'électrolyte tend donc à se concentrer dans les pores de la plaque positive et à se diluer dans la plaque négative. Cette différence de concentration s'atténue par diffusion et l'électrolyte est ramené à sa condition initiale et à chaque instant la quantité totale d'eau et d'hydrate de potassium contenue dans les pores des plaques reste constante.

D'après la forme de la courbe de tension pendant la décharge complète il semble se produire d'autres états d'oxydation et des recherches ultérieures pourront montrer que le cycle chimique représenté par le tableau est très incomplet, bien que le cycle réel soit très probablement du même type.

Il semble que ni les plaques en acier nickelé, ni les matières actives qu'elles contiennent ne subissent aucune action chimique locale ni se dissolvent dans l'électrolyte; c'est une conséquence de l'état chimique stable de l'élément chargé, déchargé ou dans un état intermédiaire que l'on a constaté.

L'auteur a observé, comme d'ailleurs d'autres expérimentateurs, que la résistance intérieure de l'élément Edison type E est sensiblement constante pendant la majeure partie de la décharge. Ainsi, la résistance intérieure à la température ordinaire de l'élément E18 est d'environ 0,0022 ohm; cette résistance est de 0,0278 ohm pour l'élément E de 500 grammes et de 0,0126 ohm pour celui de 1 kg. Au début de la décharge, ces valeurs sont légèrement plus faibles; mais elles deviennent beaucoup plus grandes vers la fin de la décharge; cet accroissement ne se fait sentir que sur une petite portion de cette décharge de telle sorte que son effet peut être négligé en pratique. La variation du régime de décharge dans les limites habituelles n'a pas une grande influence sur la valeur de la résistance intérieure. En d'autres termes, la chute de tension est à peu près proportionnelle à l'intensité du courant de décharge.

La puissance maximum disponible dans le circuit extérieur d'un élément est égale à $\frac{e^2}{4r}$ watts, e étant la force électromotrice et r la résistance intérieure de l'élément. Dans ces conditions, l'élément a un rendement de 50 0/0 avec une résistance extérieure égale à la résistance intérieure. Ce rendement de 50 0/0 est donc le rendement maximum. La force électromotrice de l'élément type E. 18 étant égale à 1,3 volts et la résistance intérieure de cet élément de 0,0022 ohm, sa puissance maximum est de 192 watts ou environ un quart de cheval; chaque kilogramme représente donc 33,4 watts au régime de 296 ampères qui correspond à une décharge en moins d'une demi-heure. Nous avons pu obtenir 250 ampères en déchargeant pratiquement en court-circuit. En pratique, un élément de ce type de décharge à 150 ampères a une puissance de $[1,3 - (150 \times 0,0022)]\ 150 = 145,5$ watts, soit 25,4 watts par kg. C'est une valeur analogue à celle que peut donner à pleine charge une bonne dynamo.

L'énergie produite dans un élément Edison E. 18 est de 1,3 volts × 141 A. h. = 183,3 watts-heure soit 31,9 watts-heure par kilogrammme et cette valeur est constante pour tous les régimes usuels. La fraction de cette énergie qui peut être fournie dans le circuit extérieur est fonction du rendement électrique du circuit ou de la chute de tension de l'élément. Ainsi pour 90 0/0 de rendement électrique ou 10 0/0 de chute intérieure, ce qui, pour l'élément E. 18 correspond au débit de 60 ampères, l'énergie disponible est de 183,3 × 0,9 = 165 watts-heure.

On peut démontrer que si une batterie d'éléments type E est déchargée au régime de p watts par unité de masse déterminé par la tension moyenne en décharge, le rendement électrique du circuit de la batterie sera égal à

$$\frac{1+\sqrt{1-n}}{2} \quad \text{ou} \quad n=\frac{P}{p}$$

P étant la puissance maximum par unité de masse ou $\frac{e_2}{4\,m\,r}$ ou m représente la masse d'un élément.

Ainsi si une batterie de 68 éléments Edison type E. 18 est dechargée au régime de 120 ampères, c'est-à-dire 124,3 watts externes, la puissance externe sera 68 × 124,3 = 8454 watts : le poids total étant de 39 kg, la puissance par kilogramme sera de 21,7 watts. La puissance totale étant de 31,9 watts, le rendement tombera à $\frac{21,7}{31,9}=0,65$. Le rendement électrique du circuit de la batterie sera :

$$\frac{1+\sqrt{1-0,65}}{2}=0,796$$

Comme la force électromotrice moyenne de décharge est approximativement de 1,3 volts et la force électromotrice de charge de 1,67, la limite extrême du rendement en watts-heure sera : $\frac{1,3}{1,67}=0,78$. En pratique ce rendement est inférieur à cause de la chute intérieure; il tombe à environ 50 0/0 pour les conditions normales de charge et de décharge en quatre heures.

(Extrait d'une communication à la section C (Electrochimie) du congrès international d'électricité de Saint-Louis, par A.-E. Kennelly et S.-E. Whiting).

DANGERS DU COURANT ÉLECTRIQUE

ET MOYENS DE LES ÉVITER

(Suite et fin) (1).

Mesures de précautions pendant l'exploitation. — Il nous reste à examiner les précautions à prendre pendant l'exploitation, c'est-à-dire pour la conduite et l'entretien de l'installation; nous nous contenterons de les résumer, pour ne pas allonger outre mesure cette note (1).

Avant tout, et ceci naturellement d'autant plus que la tension sera plus élevée, il ne faut employer pour le service d'une installation électrique qu'un personnel suffisamment instruit et sérieux, et lui donner ou faire donner par qui de droit des instructions précises.

On devra s'attacher à tenir l'installation toujours en parfait état, en s'inspirant des « instructions » ou « prescriptions » en vigueur, et surtout veiller à l'entretien de tous les dispositifs destinés à éviter les dangers Ceci s'applique surtout aux enveloppes de protection, aux planchers et tapis isolants, à la mise à la terre, etc. Il ne faut pas oublier de placer, partout où cela peut être utile, des tableaux ou inscriptions avertissant du danger qu'il y a de toucher les conducteurs ou d'entrer dans certains locaux, ainsi que des inscriptions et des schémas renseignant sur la destination et la manœuvre des appareils tels qu'interrupteurs, coupe-circuits, etc. Il est évident que les locaux contenant soit des machines électriques, soit des tableaux ou des conducteurs accessibles, doivent être suffisamment éclairés tant que des personnes s'y trouvent. Il y aura souvent lieu, surtout dans les postes de transformateurs, de se méfier de l'éclairage électrique, et de disposer près de l'entrée des allumettes et une bougie ou une lanterne, car il peut arriver que ce soit précisément à la suite d'une interruption de courant que l'on soit obligé de pénétrer dans ces locaux.

Dans toutes les installations dont la tension dépasse la limite dangereuse (par exemple 200 volts alt. et 400 volts continu), on devra toujours trouver des gants et des chaussures en caoutchouc, ainsi que quelques outils indispensables munis de manches isolants.

On doit éviter, autant que possible, de travailler à une installation électrique, même à basse tension, que ce soit aux machines, aux tableaux, lignes ou lampes, tant que l'installation est sous tension. Cependant, il y a certains travaux indispensables que l'on ne peut faire autrement (graissage des paliers, remplacement des coupe-circuits, etc.), et qui naturellement doivent être faits, surtout s'il s'agit de haute tension, avec grande prudence, en ne négligeant aucune mesure de précaution et en s'assurant un éclairage suffisant. Comme nous avons vu précédemment que même la mise à la terre des objets à proximité de conducteurs

(1) Voir l'*Électricien*, n° 721, p. 266 et n° 722, p. 812; n° 723, p. 300; n° 724, p. 313, et n° 725, p. 330.

(1) On trouvera des renseignements utiles sur ce sujet dans les prescriptions d'exploitation de l'union des électriciens allemands (*Sicherheitsvorschriften für den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen*).

Les Associations françaises exerçant un contrôle électrique travaillent également à la rédaction d'instructions concernant l'entretien et la conduite des installations.

sous tension n'assure pas toujours une protection suffisante, il est toujours recommandable de ne toucher à pleines mains un objet métallique quelconque faisant partie de l'installation électrique qu'après avoir essayé du bout du doigt si « ça ne pique pas », comme on dit vulgairement.

Dans les installations à haute tension (par exemple au-dessus de 5 à 600 volts), tous les travaux indispensables à faire pendant la marche' autres que le graissage et la manœuvre normale des appareils, ne doivent jamais être exécutés par une personne seule. La personne chargée du travail devra toujours être accompagnée d'une autre personne compétente capable de lui porter secours en cas d'accident. Vu le très grand danger de travailler à une installation sous haute tension ou dans son voisinage, il sera toujours préférable d'arrêter l'installation ou de mettre hors circuit la partie à laquelle on devra travailler; on devra également s'interdire complètement de travailler sous tension dans un local mouillé.

Il faut alors, avant tout, s'assurer d'une façon indubitable que la partie considérée n'a plus aucune communication avec la source de courant (1), et qu'il en sera ainsi jusqu'à l'achèvement du travail. S'il subsiste le moindre doute à ce sujet, ou si l'interrupteur se trouve à une certaine distance de l'endroit où se fait le travail, comme cela arrive, par exemple, sur les lignes aériennes ou souterraines, il est indispensable de se garantir en mettant les conducteurs à la terre et en court-circuit tout près de l'endroit où se fait le travail. Pour cela, il faut d'abord se procurer une bonne prise de terre, puis on établit un court-circuit complet au moyen d'un fil, d'un crochet ou d'un engin spécial de section suffisante, et mis à la terre, en prenant naturellement toutes les précautions qu'exige une telle opération, et en assurant un bon contact à la pièce qui forme le court-circuit (2).

Comme il se peut très bien que l'un des coupe-circuits reste intact, ce dispositif doit rester jusqu'à l'achèvement du travail, et il ne faut l'enlever qu'avec prudence, en ne détachant la prise de terre qu'en dernier lieu. Certaines maisons construisent d'ailleurs pour cette opération des engins spéciaux que l'on peut manipuler sans danger.

Nous avons déjà parlé des gants et chaussures en caoutchouc et des tapis et planchers isolants qui sont employés généralement dans toutes les installations à haute tension : pour que la protection qu'on en attend soit efficace, il faut naturellement que ces auxiliaires précieux de la sécurité soient secs et en bon état, surtout les gants, qui sont souvent abîmés par le maniement des outils. L'efficacité de leur protection diminue lorsque la tension augmente, et d'ailleurs ils n'isolent que les mains et les pieds, c'est-à-dire les parties du corps les plus exposées aux contacts, mais laissent sans protection les autres parties saillantes telles que la tête, les coudes et les genoux. Par analogie avec la mise à la terre, destinée, comme nous l'avons vu, à réduire par une dérivation de faible résistance la différence de potentiel entre les deux points de contact du corps humain, M. le professeur Artemief, de Kiew, a imaginé un costume protecteur à l'usage des personnes occupées dans les installations à haute tension.

Costume protecteur Artemieff. — Ce costume (1), qui entoure tout le corps, même la tête, les mains et les pieds, est fait d'un tissu métallique très fin et très souple, soutenu, sauf pour la partie couvrant la figure, par un tissu ordinaire. Un costume de ce genre ne présente qu'une résistance de 1/100 d'ohm d'une extrémité à l'autre, et peut laisser passer d'une façon continue 200 ampères et pendant quelques instants jusqu'à 600 ampères. Avec ce courant très intense, la différence de potentiel appliquée aux extrémités n'est que de 6 volts, c'est-à-dire absolument inoffensive. Le tissu métallique peut cependant être brûlé au point d'entrée et de sortie du courant, s'il y a formation d'un arc intense à la rupture du contact. Un arc de 1 à 2 ampères n'endommage absolument pas le costume protecteur, un arc de 2 à 30 ampères de courte durée brûle le tissu métallique sans abîmer l'autre, un arc de plus de 30 ampères endommage en général les deux tissus et cause des brûlures. On conçoit donc qu'un tel costume peut constituer une protection très efficace ; en effet, si l'installation est petite et à haute tension, ou s'il s'agit d'un contact unique, le courant à écouler dépassera rarement 30 ampères et, alors, il paraît n'y avoir aucun danger, et s'il s'agit d'un contact double dans une grande installation, on a beaucoup de chances, si l'on maintient le contact assez longtemps, de faire fondre les coupe-circuits, ou de s'en tirer avec des brûlures plus ou moins graves si l'on a provoqué un arc puissant par la rupture du contact. Ce système de protection, à l'encontre de celui par isolement, a l'avantage d'être d'autant plus efficace que la tension est plus élevée. C'est ainsi que le professeur Artemieff a pu, revêtu de son costume, se placer entre les bornes d'un transformateur de 20 kilovoltampères à 150 000 volts Quoique ce

(1) Il y a lieu de faire particulièrement attention quand l'installation comprend des circuits en boucles, des transformateurs dont les circuits secondaires sont en parallèle, ou des moteurs synchrones ou commutatrices.

(2) Pour éviter les accidents dus à un enclanchement prématuré des interrupteurs de l'usine génératrice, on a proposé de ne jamais fermer directement les interrupteurs à haute tension, mais d'envoyer d'abord dans la ligne un courant à basse tension (par exemple, le courant d'excitation) pour servir d'avertissement aux ouvriers qui seraient encore en contact avec la ligne. L'observation de l'ampèremètre de l'usine permet de se rendre compte si la ligne est libre de tout court-circuit.

(1) *Bulletin Siemens et Halske*, février 1903.

costume protecteur n'ait encore été employé, à notre connaissance du moins, que dans les laboratoires d'électricité, nous avons cru intéressant de signaler ici cette idée ingénieuse, mais nous croyons cependant qu'il faudra, dans une installation industrielle, en user avec circonspection, si l'on ne veut pas provoquer un court-circuit à chaque mouvement. Il est vrai que dans ce cas, le danger pour la personne à protéger sera écarté de ce fait par la fusion des coupe-circuits, cependant, tant qu'à faire, il vaut mieux interrompre un circuit d'une façon moins brutale que par un court-circuit, car tous les électriciens savent combien les courts-circuits, dans un réseau à haute tension, présentent d'autres dangers (par les effets de résonance, par exemple).

Soins à donner aux personnes atteintes par le courant. — Pour terminer, citons seulement pour mémoire les soins à donner aux personnes atteintes par le courant électrique. Des instructions à ce sujet ont été rédigées en France par le ministère des Travaux publics, avec la collaboration de l'Académie de médecine (1), dans les autres pays par les sociétés d'électriciens et de médecins. L'instruction du ministère des Travaux publics indique également les précautions à prendre pour détacher ou enlever la victime si elle est encore en contact avec les conducteurs sous tension. On y a fait une distinction entre le courant continu et le courant alternatif, en défendant de couper les fils dans le premier cas, en raison de l'extra-courant de rupture. Cette instruction, qui vise surtout les accidents sur la voie publique, nous paraît longue et compliquée, et il nous semble peu probable qu'elle puisse être comprise facilement et suivie sans risques par des personnes non compétentes. Il est d'ailleurs très difficile de rédiger des instructions de ce genre assez courtes et assez claires pour pouvoir être lues et comprises du public, et cependant assez précises pour ne pas mettre les sauveteurs en danger (2). Ce que nous avons dit précédemment au sujet des travaux exécutés à des installations sous tension s'applique naturellement au sauvetage des victimes, et nous pouvons prévoir qu'une instruction à ce sujet devra surtout faire ressortir les conseils suivants :

1° Sous aucun prétexte, ne toucher avec les mains nues les conducteurs électriques, ou la victime si elle est encore en contact avec eux ;

2° Couper immédiatement le courant, soit à l'usine, soit à l'interrupteur le plus proche, ou chercher sans retard à séparer la victime des conducteurs en employant du bois sec et en s'entourant les mains d'étoffes ou de vêtements secs enroulés en plusieurs couches et en posant les pieds autant que possible également sur du bois ou des vêtements secs ;

3° Faire chercher un médecin et prévenir l'usine.

Cependant, si la victime a perdu connaissance ou se trouve dans un état de mort apparente, il faut, sans attendre l'arrivée du médecin, immédiatement lui appliquer le traitement des asphyxiés ou des noyés, qui consiste en la traction rythmée de la langue et la respiration artificielle par le mouvement des bras (1).

Ces traitements sont à appliquer sans relâche pendant plus d'une heure, car on a vu des personnes foudroyées par le courant ne reprendre connaissance qu'après une heure et demie ou deux.

Les brûlures occasionnées par le courant sont à soigner comme les brûlures ordinaires.

Conclusion. — Au cours de cette note, qui, toute incomplète qu'elle soit, s'est allongée plus que ne nous l'aurions désiré, nous avons cherché à montrer que si le courant électrique présente en lui-même de nombreux dangers, les électriciens ont su trouver les moyens d'éviter presque tous ces dangers dans ses applications. Nous avons vu que les effets dangereux des courants sont surtout à craindre par le fait d'installations vicieuses, soit pour cause de pertes, soit parce que l'homme y est exposé à toucher des appareils ou conducteurs sous tension. Pour conclure, nous ne pourrions mieux faire que de citer presque textuellement les paroles par lesquelles M. Monmerqué termine le chapitre V de son excellent ouvrage sur le *Contrôle des installations électriques* : « En n'employant, dit-il, que de bons matériaux, en les mettant judicieusement en œuvre et en surveillant les installations, particulièrement au point de vue de l'isolement, il est facile de supprimer ***la plupart*** des dangers permanents. Avec de la prudence, du discernement et avec une bonne éducation du

(1) Circulaire du ministre des Travaux publics en date du 19 août 1895.

(2) Le 28 juillet 1898, dans une usine de Puteaux (Seine), deux personnes furent tuées pour avoir voulu porter secours, sans prendre les précautions suffisantes, à une troisième, en contact avec un conducteur à 2400 volts alternatifs.

(1) Il est intéressant de constater qu'ici, encore, il y désaccord entre les différents pays. Alors que l'Académie de médecine de Paris dit : « Il conviendra de commencer toujours par la méthode de la traction de la langue, en appliquant en même temps, s'il est possible, la méthode de la respiration artificielle », l'instruction de l'Union des électriciens allemands dit, au contraire, qu'il faut commencer par la respiration artificielle, et ne procéder à la traction rythmée de la langue que s'il y a encore des personnes disponibles. Les électriciens américains, voulant, sans doute, éviter toute critique, recommandent de faire toujours les deux traitements simultanément; c'est ce que nous conseillons également, en commençant toutefois par la traction rythmée de la langue, s'il n'y a qu'un sauveteur sur place. La traction rythmée est d'ailleurs beaucoup plus facile à appliquer et surtout moins pénible que la respiration artificielle.

Quoique nous ayons vu que le courant agit souvent par paralysie du cœur et que, dans ce cas, le traitement des asphyxiés est absolument sans effet, il faut néanmoins toujours tenter la chance et chercher, par tous les moyens, à rétablir la respiration.

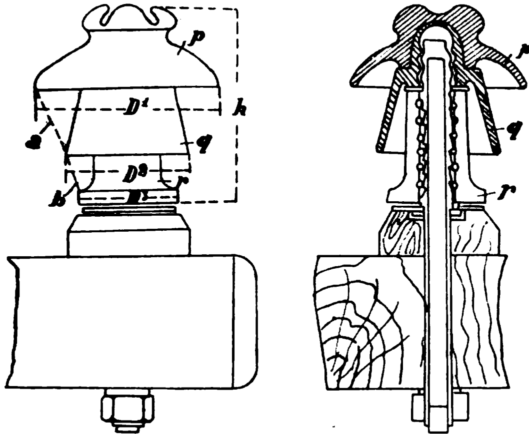
personnel, on peut réduire les dangers fortuits à un taux aussi bas que celui de n'importe quelle industrie. »

Victor Kammerer,
Ingénieur du service électrique de l'Association alsacienne.

A TRAVERS LES BREVETS

341.605. — Societa Ceramica. — Richard-Ginori. — **Isolateur normal pour lignes électriques.**

L'objet de la présente invention consiste en un nouveau type d'isolateur en porcelaine, grès ou verre réunissant dans un minimum d'espace et conséquemment de poids et de prix le maximum d'efficacité isolante. De longues études expérimentales ont permis d'établir les dimensions et les formes exactes que doit avoir un isolateur, et les rapports qui doivent exister entre les différentes parties qui le composent de manière qu'une



des dimensions étant donnée, les autres n'en sont qu'une conséquence nécessaire.

L'isolateur formant l'objet de l'invention, dont une forme d'exécution est représentée à titre d'exemple, aux figures 1 et 2 du dessin, peut être considéré comme vrai « type normal », parce que sa forme, dans n'importe quelle grandeur qu'on veuille le fabriquer, correspond aux rapports qui doivent toujours être maintenus entre les dimensions de la cloche supérieure et celles de la cloche inférieure q, entre les dimensions de la cloche inférieure q et celles du couvre-tige r, ainsi qu'aux rapports qui doivent exister entre les dimensions des différentes cloches du couvre-tige g et la hauteur de l'isolateur.

Cet isolateur peut être divisé intérieurement en une ou plusieurs parties adhérentes ou isolées, sans s'écarter du principe de l'invention, sans avoir à changer les proportions entre les cloches qui composent l'isolateur.

Le tableau de mesures ci-dessous se rapportant aux indications insérées au dessin résume les rapports qui existent entre le diamètre et la hauteur des cloches et indique les dimensions que l'isolateur doit avoir en base, une des dimensions que l'on suppose donnée.

Les mesures sont en millimètres.

h	D^1	D^2	D^3	a	b	ab
120	160	90	65	50	30	80
140	140	100	75	60	35	95
160	160	115	85	70	40	110
185	180	125	100	80	45	125
205	200	140	110	90	50	140
230	220	155	120	100	55	155
250	240	170	130	110	60	170
270	260	180	140	115	65	180
290	280	195	150	125	70	195

Communiqué par l'office Henri Bœttcher, boulevard Saint-Martin, 14, Paris, pour le prix et l'obtention des brevets d'invention en tous pays.

BIBLIOGRAPHIE

Cours d'électricité pratique, professé à l'école supérieure de maistrance de la marine, par Max Bahon, ingénieur de la marine. 1 vol., format 250 × 165 mm, de VIII-452 p., avec 378 fig. Prix : broché, 8 francs. (Paris, librairie Augustin Challamel).

Le cours professé par M. Max Bahon à l'Ecole de maistrance justifie parfaitement le qualificatif de pratique que porte son titre; il sera utilement consulté non seulement par les élèves et anciens élèves de cette Ecole, mais encore par tous les électriciens praticiens qui ont le plus grand intérêt à posséder les notions élémentaires indispensables d'électricité qui leur permettront d'effectuer les travaux dont ils sont chargés avec intelligence et en toute connaissance de cause.

Il est beaucoup plus difficile qu'on ne le suppose généralement de professer un cours d'électricité en se mettant à la portée de toutes les intelligences et en limitant les notions théoriques au strict nécessaire. L'auteur, tout en suivant exactement le programme imposé par l'arrêté ministériel, a eu le talent de présenter son enseignement sous une forme simple et très claire, ne négligeant aucun détail utile et présentant la partie théorique sous une forme simplifiée mise à la portée de tous.

Son cours comporte huit parties principales.

La première, constituant une sorte d'introduction, donne des notions sur les différentes formes de l'énergie, sur le courant électrique, sur les unités et expose les lois générales de l'électrotechnique.

Les générateurs chimiques et mécaniques d'énergie électrique forment le sujet de la deuxième partie qui contient des indications pratiques sur les piles et les dynamos. L'auteur y a rattaché tout ce qui concerne

les accumulateurs, quoique ces appareils ne soient pas des générateurs d'énergie électrique, mais en cela il n'a fait que suivre l'ordre du programme d'enseignement qui lui est imposé.

Tout ce qui a trait aux récepteurs est exposé dans la troisième partie. Après avoir donné quelques notions pratiques sur les récepteurs chimiques et notamment sur la galvanoplastie et l'électrodéposition des métaux, il s'étend beaucoup plus longuement sur les lampes à arc et à incandescence, sur les moteurs électriques qui ont de si nombreuses applications à bord des navires et enfin sur les sonneries, téléphones et télégraphes.

La distribution de l'énergie électrique comprenant le couplage des dynamos et les canalisations est parfaitement exposée dans la quatrième partie.

Dans la cinquième partie, on trouve ce que le praticien doit essentiellement connaître en ce qui concerne les instruments et les méthodes de mesure usuelles et, dans la sixième, des indications pratiques sur la conduite, l'entretien et les dérangements des dynamos et des moteurs électriques.

Les deux dernières parties sont exclusivement consacrées à l'étude pratique des installations électriques à bord des navires et à l'emploi de l'électricité dans les arsenaux. Quoique cette étude toute spéciale n'intéresse particulièrement qu'une certaine catégorie de lecteurs, elle présente un grand attrait pour tous les électriciens qui y trouveront des applications curieuses et insoupçonnées de l'énergie électrique.

Le livre de M. Max Bahon peut être rangé sans hésitation dans la catégorie des ouvrages utiles et de bonne vulgarisation et, comme nous le disions au commencement de cette notice, il est appelé à rendre de grands services à tous les praticiens.

CHRONIQUE

Eclairage électrique des trains express prussiens.

Nous relevons dans la *Zeitschrift für Electrotechnik* les détails ci-après sur le système d'éclairage électrique adopté par l'administration des chemins de fer de Prusse pour ses trains express :

La fabrique *Humboldt* a fourni à cette administration 22 turbo-dynamos à vapeur du système de Laval. La turbo-dynamo est installée non pas dans le fourgon du train, mais bien sur la chaudière de la locomotive, où elle est portée par des blocs rivés à la machine et placés en dehors de cette dernière. L'organe à vapeur se compose d'une turbine Laval de 20 ch qui fait 20 000 tours à la minute avec réglage à réaction. Comme on emploie de la vapeur d'échappement, la consommation est assez forte. Actuellement on fait des essais en vue de l'utilisation de vapeur surchauffée, ainsi que d'une condensation suffisamment élevée. L'organe électrique, lui, consiste en une dynamo en dérivation (la capacité de surcharge de la dynamo et de la turbine = 10 0/0), qui donne, dans les conditions normales, un courant de 180 ampères sous 68-90 volts. Dans chaque voiture, on rencontre une batterie d'accumulateurs à 32 éléments (64 à 58 volts de tension de décharge, 90 volts de tension de charge, 76 ampères-heure), montée parallèlement à la dynamo, entre les barres collectrices du tableau de distribution de la voiture; ces barres sont reliées à un conducteur principal par des fiches de contact. Les lampes brûlent sous une tension de 48 volts; la différence entre 68 et 48 volts est absorbée par des résistances en fer, ce qui permet d'obtenir des intensités de courant uniformes pour la totalité des lampes. Une lampe rouge à incandescence, placée en dérivation, s'éclaire dans le cas où les tensions de la dynamo et des batteries deviennent approximativement égales; le conducteur du train est ainsi averti qu'il peut placer la dynamo en parallèle ou la mettre hors circuit. Le même dispositif empêche encore, quand on détache la locomotive, la destruction éventuelle de tous les fusibles. On a enfin prévu, entre la machine et le disjoncteur, un fusible spécial formé d'une substance explosive. Les batteries d'accumulateurs fournissent l'éclairage durant les arrêts; elles sont, en outre, destinées à assurer la compensation; on leur a donné une protection spéciale contre les surcharges. — G.

Résistances en disques de graphite.

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* nous apprend que la compagnie *American Electric Fuse*, de Chicago, met en vente des résistances construites d'après le système Allen-Bradley. Ces résistances consistent en un nombre plus ou moins grand de disques qui sont superposés, mais non attachés ensemble. Ces disques se logent dans un tube formé d'une matière isolante et incombustible. A l'état de repos, le contact d'un disque à l'autre n'est établi que par le poids propre à chaque disque : ce contact est donc très imparfait, d'où une grande résistance. Si on rend le contact plus intime en pressant progressivement les disques au moyen du jeu d'un levier, on diminue la résistance. En modifiant la pression exercée sur les disques, on fait varier la résistance. Cette variation s'obtient sans la production de la moindre étincelle; elle s'effectue facilement et progressivement. Les disques ne peuvent entrer en combustion, car le tube isolant qui les contient est hermétiquement clos et rendu inaccessible à l'air. — G.

Le cohéreur Hornemann

L'*Elettricista* signale un cohéreur, imaginé par M. Hornemann qui peut fonctionner soit comme décohéreur, soit comme un cohéreur Branly ordinaire. Ce nouvel appareil consiste en un contact unique placé entre une lame de cuivre et une lame de plomb. La lame de cuivre est oxydée et, à froid, le courant ne peut franchir le point de contact; mais si cette lame vient à se réchauffer dans le voisinage du point en question, le contact devient alors conducteur. La résistance de ce point de passage augmente subitement sous l'effet des ondes électriques, quand l'intensité de ces dernières atteint une certaine valeur; puis, quand cette valeur vient à être dépassée, le contact présente la propriété opposée et sa résistance diminue sous l'effet des ondulations qui le frappent. Un choc ramène les choses en l'état primitif M. Hornemann attribue les phénomènes dont son cohéreur est le siège à la force thermo-électrique développée par le contact; il croit que les ondes produisent des différences de température qui influencent les forces thermo-électriques. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

PARIS. — DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 727 3 Décembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

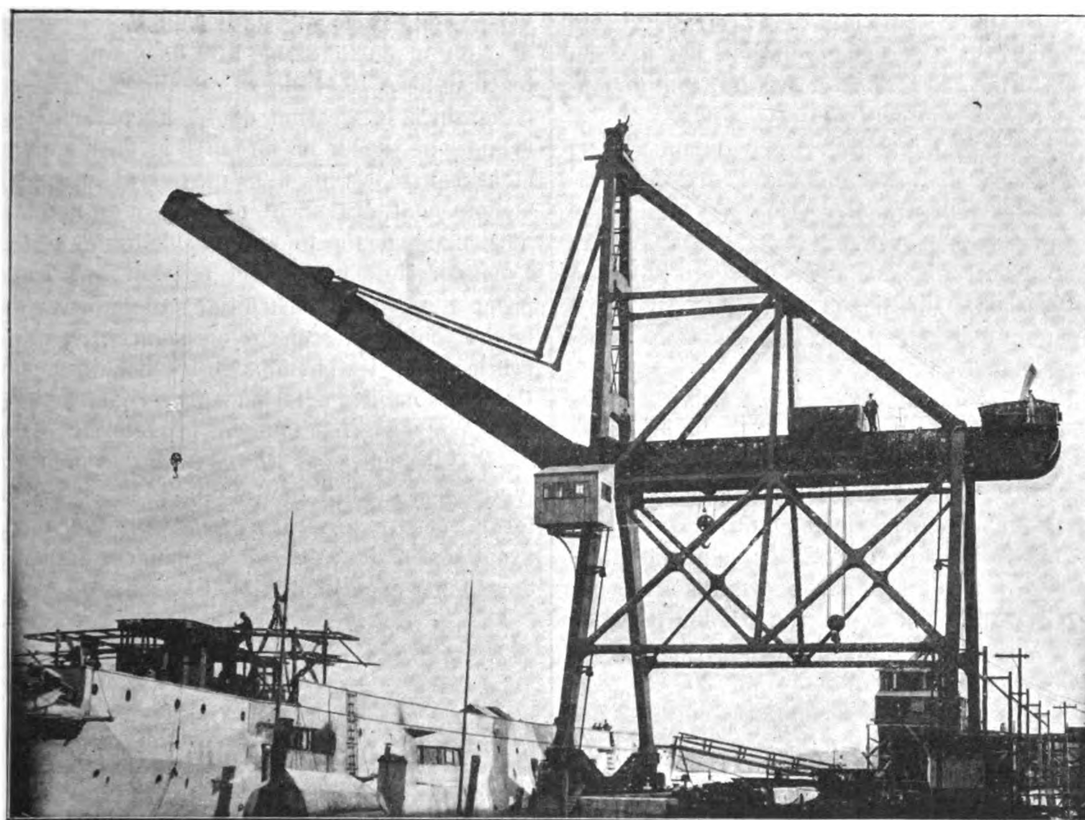
PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod**, *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier**, *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe. — La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien** *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*



Grue électrique de 75 tonnes.

MACHINES MODERNES AMÉRICAINES

FONCTIONNANT ÉLECTRIQUEMENT POUR LA CONSTRUCTION DES NAVIRES

Aujourd'hui, en Europe aussi bien qu'en Amérique, l'énergie électrique est de plus en plus employée dans les grands ateliers de construction et il n'y a pas d'exemple où son adoption présente plus d'avantages que dans les chantiers maritimes.

Parmi les plus importants ateliers de construction de navires, nous citerons ceux de la Fore River Ship and Engine C°, de Quincy, Massachussetts. Leur matériel comprend les plus récents dispositifs économiques et les machines-outils à commande électrique sont innombrables.

On y remarque d'abord deux ponts roulants électriques destinés à la manutention et à la mise en place des lourdes pièces destinées aux cuirassés et aux croiseurs en construction; ils se complètent par une grue de 75 tonnes établie dans le même but (voir fig. ci-dessus).

La puissance est de 56 tonnes pour le bras principal, 28 tonnes pour le bras auxiliaire et un peu plus de 11 tonnes pour le treuil de levage. La course longitudinale de la grue s'effectue à raison de 171,30 m et de 49,50 m à la minute et le bras principal circule à raison de 22,50 m à la minute avec une vitesse de levage de 6 60 m, tandis que le treuil de levage fonctionne à une vitesse de 7,50 m à la minute. Cette grue est utilisée pour le montage des pièces de toutes les diverses classes de navires qui sont en construction dans les formes, mesurant 360 m de long sur 45 m de large; la longueur de la forme permet la mise en chantier des plus grands paquebots aussi bien que des cuirassés. La superstructure des grues au-dessus des navires en construction s'étend sur 180 m de long et près de 60 m de large. Deux grues sont en fonction pour le montage des pièces de chaque navire.

Les ateliers de la compagnie précitée comprennent un grand nombre de diverses machines-outils actionnées électriquement. On y remarque, au centre de l'un de ses ateliers, les perceuses, dont l'une de 0,76 m,

l'autre de 1,25 m, sont actionnées respectivement par des moteurs de 9 et de 12 chx, la vitesse angulaire étant de 900 révolutions par minute. Deux autres, de 1,75 m et 3,05 m, sont actionnées par des moteurs de 15 et 24 chx.

A droite de la galerie, dans ce même atelier, sur le côté Est, sont montées des machines-outils travaillant le fer et l'acier, tandis que les machines travaillant les pièces de cuivre sont disposées à gauche de la galerie; quant à l'atelier de polissage et d'ajustage, il est à l'extrémité de cette même galerie disposé transversalement.

Une machine à percer et à fraiser horizontale est actionnée par un moteur de 18 ch; la vitesse angulaire étant de 900 tours par minute. Cet outil à commande électrique a un bras horizontal de 3,65 m de long et un bras vertical de 3,05 m. La distance entre les châssis est de 6,80 m. La salle des machines-outils est également pourvue d'une machine à tourner et à percer ayant une table de 3,70 m de long et actionnée par un moteur de 60 ch sous 320 volts, tournant à 300 révolutions par minute.

On y voit aussi une raboteuse pour pièces en fonte telles que les plaques employées pour le cuirassé *New-Jersey* de la marine des Etats-Unis et qui pèsent 17 000 kg; elle est actionnée par un moteur de 65 ch dont la vitesse est de 520 t : m; ce moteur est alimenté par un circuit à 220 volts. Cette raboteuse mesure 3 m sur 3,70 m et 9,15 m de long.

Parmi les nombreux tours entraînés électriquement qui existent dans les ateliers de la Fore River C°, il y en a cinq grands qui occupent le côté ouest du bâtiment. L'un de 1,80 m sur 6,15 m est actionné par un moteur de 12 ch ayant une vitesse de 368 t : m; deux autres de 1,55 m sur 3,65 m actionnés par des moteurs du type Bullock de 6,5 ch, chacun tournant à 250 t : m. Il y a également deux tours de 1,65 m avec une barre à extension pour le perçage, construits par la compagnie Fitchburg Machine, actionnés par des moteurs Bullock de 6,5 ch à une vitesse de 250 tours par minute.

Le graissage est assuré par des pompes à huile et des moteurs électriques Lundell de 0,3 ch.

La station génératrice a été récemment pourvue d'un nouveau compresseur d'air ayant une capacité de 140 m³, et dont les cylindres présentent des diamètres de 0, 60 m et de 1,05 m avec une course de 1,20 m; la vitesse maximum de cette machine est de 65 révolutions par minute.

La forge est munie d'un puissant marteau à vapeur qui est capable de travailler des barres de 4,60 m de long sur 1,50 de diamètre. Ce marteau pèse 15 415 kg et est alimenté par de la vapeur à la pression de 7,7 kg par cm²; le cylindre de vapeur mesure 0,10 m de diamètre et sa course est de 3,05 m. Les chantiers et ateliers sont également pourvus d'un nombre incalculable de machines-outils de toutes sortes à commande électrique et peuvent, par leurs propres moyens, construire entièrement un navire, cuirassé, croiseur ou paquebot, y compris la coque, les chaudières, les machines, etc, Parmi les navires actuellement en construction, nous pouvons mentionner le croiseur *Des Moines*, les cuirassés *Rhode Island*, *Vermont New-Jersey*, etc. L'un des plus grands navires forme goëlette qui vient d'être récemment lancé, ayant sept mâts, a été conduit dans ces ateliers; ce shooner appartient à M. Lawson.

Franck C. PERKINS.

ROUE HYDRAULIQUE PITMAN

La houille blanche est plus que jamais à l'ordre du jour et, bien que M. Stanislas Meunier en prévoie déjà l'épuisement, « l'eau coulera encore longtemps à la rivière » avant que l'on ait à déplorer la fin de la houille blanche. Le développement des stations hydrauliques électriques s'accentue donc d'une manière continue et, de toutes parts, en Ecosse et en Irlande, en Allemagne et en Amérique, aux Indes et en Afrique, on n'entend plus parler que d'importants projets d'installation dans lesquels la force motrice est empruntée aux cours d'eau. La construction et les perfectionnements des turbines et des roues à eau doivent nécessairement se ressentir d'un tel état de choses et la connaissance des progrès réalisés dans cette partie de l'industrie intéresse tout spécialement les électriciens. C'est pourquoi nous devons leur signaler en quelques mots les dispositifs du moteur hydraulique que M. Percy Pitman de Lidburg vient de construire récemment.

Ce moteur, ou roue système Pelton, consiste en une simple roue à aubes, et se distingue de ses congénères par la disposition particulièrement ingénieuse des godets. Boulonnés sur la circonférence de la roue, ils sont à double compartiment. L'eau introduite par les tuyaux d'amenée vient frapper ces godets en leur centre

et se trouve séparée en deux jets de chaque côté de la séparation médiane, elle glisse sur la partie concave et provoque ainsi une rotation extrêmement rapide, continuelle et régulière. Afin que les jets liquides quittent la surface des augets avec le moins de vitesse possible et que la surface de la partie frappée soit minimum, M. Pitman a donné à ces augets une forme évasée.

Il est évident que si les angles extérieurs formés par les bords des godets étaient droits, le flux de l'eau se trouverait interrompu par l'action du godet suivant, c'est pourquoi cet angle a été réduit à 80°, mais on n'a pu le réduire davantage et élargir encore l'ouverture évasée des godets, car, dans ce cas, l'eau ne s'écoulant que difficilement viendrait faire obstacle à l'auget suivant et tendrait à ralentir le mouvement de rotation. D'ailleurs, M. Pitman a essayé tous les systèmes possibles d'augets et d'aubes et ceux qu'il a adoptés lui ont donné d'excellents résultats sous des pressions moyennes ou très élevées. Il a aussi spécialement construit des moteurs à basse pression pouvant être montés sur les canalisations d'eau ordinaires d'une ville. Après son entrée dans le tuyau d'amenée, comme on le voit sur les figures 1 et 2, l'eau est divisée en trois jets par trois tubes d'ajutage qui viennent aboutir près des godets. On voit que la direction des jets liquides est tangentielle à la circonférence moyenne de la roue mesurée de centre à centre des godets. Afin d'éviter tout choc et toute rencontre de veines liquides contrariées, la cloison séparant les deux compartiments ainsi que la tranche extérieure des godets ont été faites aussi aiguës que possible.

Fonctionnant dans des conditions normales de chute et avec l'emploi de tuyaux d'un assez large diamètre, le rendement de la roue Pitman

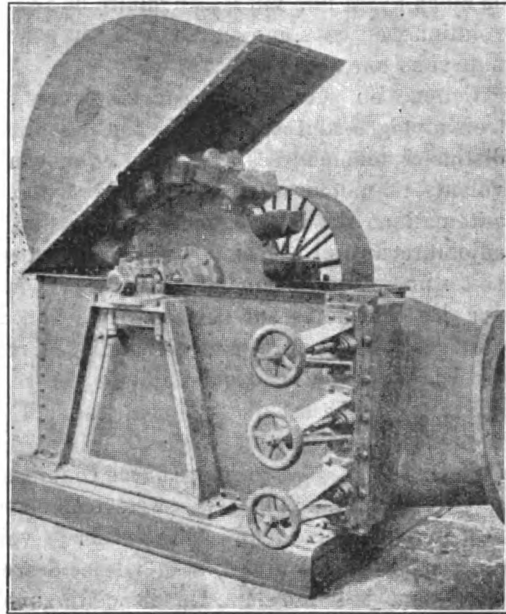


Fig. 1. — Roue hydraulique Pitman.

est de 75 à 80 0/0. On a pu encore augmenter la puissance de ce petit moteur en agrandissant l'orifice du tuyau d'ajutage et en lui donnant la forme conique. Bien entendu toutes les conditions des installations hydrauliques doivent être observées. On doit éviter par exemple les coudes brusques dans la conduite d'amenée des eaux, de manière à réduire au minimum les pertes par frottement et prendre soin que l'évacuation soit toujours libre et qu'un retour ou un engor-

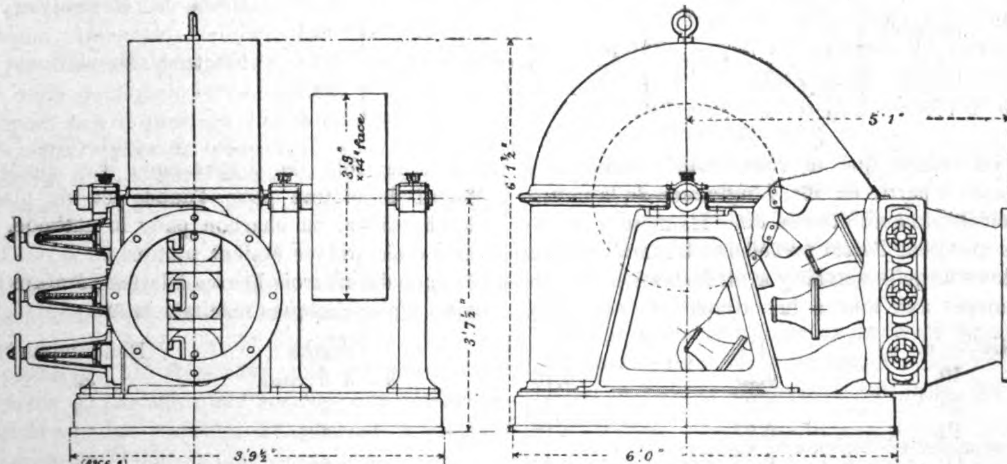


Fig. 2.

gement dans la sortie soit absolument impossible.

Les figures 1 et 2 représentent l'ensemble de la coupe d'un moteur hydraulique Pitman de 50 ch ayant une vitesse angulaire de 135 révolutions, en consommant 20 m³ d'eau par minute sous une chute de 15,20 m.

Comme on peut le voir sur les figures, les trois ajutages sont commandés par des valves distinctes manœuvrées à la main au moyen de volants. Ce moteur ne possède pas de régulateur automatique de vitesse, mais on peut lui en adjoindre un qui est alors composé comme il suit : une plaque de métal ou valve est vissée par des charnières sur l'extrémité de l'un des ajutages, elle s'ouvre plus ou moins et règle ainsi la sortie de l'eau par l'ajutage. Le régulateur lui-même est du type centrifuge; il actionne les mouvements de cette plaque par l'intermédiaire de deux engrenages coniques et d'une vis sans fin ; si la vitesse est trop élevée, l'un des engrenages tend à faire fermer la valve et l'autre tend à l'ouvrir, si la vitesse descend en dessous de la normale. Un dispositif supplémentaire permet en cas de besoin de faire fonctionner la valve à la main.

Georges DARY.

PRÉPARATION ÉLECTROLYTIQUE

DES PERSULFATES

La préparation électrolytique des persulfates a été très simplifiée par les travaux de Müller et Friedberger, qui produisaient les persulfates de potassium et d'ammonium avec un bon rendement sans emploi de diaphragme. Ils remarquent, ainsi que les observateurs précédents, qu'il est nécessaire d'opérer à basse température pour obtenir un bon rendement. Les relations entre la température et le rendement ainsi que l'influence de la nature des électrodes étaient peu connues jusqu'aux recherches de G. Lévi, publiées dans la *Zeitschrift für Elektrochemie*.

Ce dernier emploie constamment le sulfate d'ammonium comme matière première et la méthode de Müller et Friedberger; les anodes étaient en platine et les cathodes en platine, nickel, plomb ou charbon. La lame anodique était toujours intercalée entre deux lames cathodiques. Pendant l'électrolyse, les solutions étaient toujours maintenues très légèrement acides par une addition constante d'acide sulfurique. Le produit était titré au moyen du sulfate ferro-ammoniacal et du permanganate de potasse, d'après la méthode de Le Blanc et Eckardt.

Pour les recherches de l'influence de la température, l'appareil était placé dans un thermostat et la température lue sur un thermomètre placé dans la solution. Quelques résultats peuvent être mis en évidence dans le tableau suivant :

	Ampères par cm²	Tension	Rendement 0/0
10°	0,25	5,3 v.	63.0
20°	0,24	5,0	65.1
30°	0,25	4,95	60.8
40°	0,25	4,7	53.7
50°	0,24	4,5	40.0

Durée de l'électrolyse : 3 h.

Electrodes de platine.

Il en résulte que le rendement commence à diminuer à partir de 40°. L'influence de la nature de l'électrode était étudiée dans les mêmes conditions que pour l'essai précédent. L'intérêt de ceci réside en ce qu'il pouvait y avoir formation d'oxyde chromique adhérent à la cathode et, par suite, jouant le rôle de diaphragme. Les électrodes étaient de platine pour l'anode et de platine, plomb, nickel ou charbon pour la cathode. Les vases d'électrolyse étaient montés en série. L'expérience durait trois heures à la température ordinaire. Voici quelques résultats intéressants :

Cathode.	D_A	D_C	Tension.	Rendement 0/0.
Pt	0,25	0,16	4,7 à 5 volts	59,3
Ni	0,25	0,15	5	59,3
Pb	0,27	0,15	5	52,6
C	0,27	0,14	5	61,9

Dans cet essai, la température s'élevait lentement de 18° à 39°. — 2e série :

Pt	0,25	0,16	5 volts	64 0/0
Ni	0,25	0,15	—	63
Pb	0,27	0,15	—	54,4
C	0,27	0,14	—	65,9

La température ici variait de 16 à 35°.

Dans ces deux séries qui concordent assez bien, eu égard à la température, le plomb donne le plus mauvais rendement et le charbon le meilleur.

En mettant une anode de platine ancienne, à surface dépolie avec une anode de platine neuf et une autre de platine avec une de plomb, M. G. Lévi, obtient les résultats suivants :

	D_A	Rendement	
Cathode de platine avec ancienne anode.	0,25	52,3	50,8
— de plomb avec nouvelle anode. . , . . .	0,27	57,0	55,2

En employant des cathodes en platine ou en charbon dans deux vases montés en tension, on n'obtenait guère de différence :

Cathode de platine.		Cathode de charbon.	
0,25	60,5	0,27	61,2
0,30	61,0	0,33	63,0
0,48	61,3	0,52	62,0
0,055	»	0,06	61,5

Avec les mêmes vases, il fut fait des essais sur l'influence de la température.

Température.	D_A	Cathode de platine.	Cathode de plomb.
10		»	62,1
20	0,25 amp.	60,5	61,2
30	p. cm²	61,2	63,5
40		50,0	54,4

Tels sont les quelques résultats intéressants obtenus dans cet ordre de recherches à l'Institut électrochimique et physico-chimique de l'Ecole supérieure de Karlsruhe.

A. Jouve.

CONTROLE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES
ET ENTRETIEN DES FILS DE TROLLEY DES TRAMWAYS

M. G. Pedriali, ingénieur en chef du service électrique de la Société des tramways bruxellois, a présenté à la 13e assemblée générale de l'Union internationale des tramways et chemins de fer d'intérêt local, tenue à Vienne (Autriche) au mois de septembre dernier, un intéressant rapport sur la question du contrôle des installations électriques de tramways. En présence de l'intérêt que présente ce document, nous croyons intéressant pour nos lecteurs de le reproduire in-extenso.

Les communications faites en réponse à la question du contrôle des installations électriques, qui présente une grande importance pour les exploitations de tramways, ont été assez nombreuses et plusieurs des sociétés ont donné des détails et des résultats d'expérience présentant un grand intérêt.

Toutes les sociétés sont d'accord pour reconnaitre la nécessité d'une révision périodique et minutieuse de l'état d'isolement des parties de lignes, à des intervalles variant entre trois mois et un an. Des résultats consignés dans les différentes réponses, on peut conclure néanmoins qu'une révision faite tous les six mois doit être considérée comme suffisante.

En général, ces révisions n'ont pas relevé de défauts grossiers d'isolement, mais elles ont eu l'avantage de prévenir ces défauts.

Les révisions périodiques permettent de suivre l'état de conservation des matériaux isolants; c'est là d'ailleurs leur but principal.

Peu nombreuses sont les sociétés qui ont des services régulièrement organisés pour le service de contrôle le long des lignes, mais toutes procèdent à la révision de l'isolement du réseau par des mesures faites au tableau de l'usine; les moyens employés pour cette révision diffèrent souvent; ces moyens sont plus ou moins rapides et industriellement exacts.

Nous pouvons diviser le contrôle de l'isolement des lignes en deux parties.

I. — Contrôle de l'ensemble du réseau ou de parties du réseau alimentées séparément;

II. — Contrôle des appareils constituant l'équipement des lignes.

La première partie de ce contrôle d'isolement est faite généralement au moyen d'appareils installés à l'usine génératrice ou dans les sous-stations.

Certaines sociétés se servent de voltmètres mis en série entre le pôle positif de la génératrice et la partie dont on veut mesurer l'isolement à la terre.

Dans ce cas, si U est la tension entre le pôle positif de la génératrice et la terre et U^o la déviation du voltmètre établi en série, comme il est dit ci-dessus, on trouvera la résistance R d'isolement par la formule suivante :

$$R = \frac{U - U^o}{U^o} r$$

formule dans laquelle r représente la résistance connue du voltmètre.

Ce système, qui n'est vraiment exact que pour des résistances comparables à la résistance du voltmètre dont on se sert, n'est pas à conseiller pour la recherche de l'isolement des câbles isolés, l'isolement étant toujours de plusieurs mégohms. Dans ce cas, les galvanomètres sensibles avec résistances étalonnées sont généralement employés.

Un moyen également efficace et rapide pour s'apercevoir d'un défaut, mais qui ne permet pas d'en mesurer exactement l'importance, consiste à vérifier les indications de l'ampèremètre de la première génératrice, lors de la mise en marche du matin. Si toutes les voitures sont isolées du fil de travail et si l'ampèremètre accuse une déviation, il y a lieu de conclure à un défaut d'isolement dans le réseau. Ce défaut peut être localisé en ouvrant successivement les différents interrupteurs des lignes.

Pour les lignes à caniveaux ou à contact superficiel, il y a lieu de procéder journellement et d'une façon régulière aux vérifications de l'isolement. Dans les lignes de cette nature, les causes de détérioration de l'isolement sont multiples; pour les lignes dont les deux pôles sont isolés de la terre, il faut en outre tenir compte du phénomène d'électrolyse qui tend à transporter l'humidité du pôle positif au pôle négatif.

Ce phénomène, dont la conséquence est d'amener une diminution de l'isolement du pôle négatif, est surtout à craindre en temps pluvieux; il est, dans ce cas, avantageux que les feeders aboutissent à des interrupteurs à deux directions permettant de les relier tantôt au pôle positif, tantôt au pôle négatif des génératrices.

Toutes les communications faites en réponse au questionnaire constatent, comme nous l'avons dit plus haut, la nécessité d'un contrôle périodique opéré à des intervalles variant entre trois mois et un an. Il eût été intéressant de connaître comment les différentes sociétés tiennent note des résultats de ces contrôles. A notre avis, ces résultats devraient être consignés sur des registres spéciaux pour permettre de se rendre compte en tout temps si, et, le cas échéant, comment les défauts constatés se modifient.

L'installation, dans tous les réseaux, de voltmètres-ohmmètres pour la vérification journalière de l'isolement global du réseau ou de ses parties séparément alimentées est à conseiller.

Une partie très importante du contrôle des installations de tramways est celle qui a pour objet la vérification de la conductance des rails en vue de parer aux courants d'électrolyse. Sur ce point, les réponses ne concordent pas et nous ne pouvons malheureusement pas y puiser de renseignements bien intéressants.

La mesure de la quantité de courant qui, en un point donné, passe des conduites aux rails, est une opération toujours malaisée; il y aurait cependant grand intérêt de connaitre quelle est, par unité de surface des conduites, la quantité d'électricité qui passe de celles-ci aux rails. Cette opération est malheureusement très difficile, sinon pratiquement impossible.

On peut toutefois se rendre approximativement compte de l'importance de ces courants en intercalant dans les conduites un joint parfaitement isolé et en réunissant les deux parties de la conduite à examiner par un câble comportant un ampèremètre dont la résistance est de l'ordre de la résistance primitive du point. Certaines compagnies préconisent de réunir les conduites aux rails par un câble comprenant un ampèremètre; mais cette méthode détruit complètement l'équilibre dans la distribution de ces courants d'électrolyse et ne donne pas la mesure exacte des courants traversant les conduites.

Plusieurs des sociétés qui ont donné quelques renseignements sur la question des courants d'électrolyse, essayent de démontrer quelle est la limite du danger de ces courants. On ne peut cependant avoir un critérium exact de la valeur du danger; ce danger dépend, en effet, non seulement des conditions locales, mais surtout des conditions du sol et de la position respective des conduites et des rails. Il y a lieu de remarquer que les prescriptions édictées dans les différents pays pour limiter la chute de potentiel dans les voies n'ont été établies que pour éviter des dangers certains; ces prescriptions ne sont pas toujours suffisantes pour éviter dans des cas spéciaux des dangers probables.

Il y a lieu, à notre avis, d'établir pour chaque réseau un plan indiquant aussi exactement que possible les points où la différence de potentiel entre les conduites et les rails est la plus grande et de placer en ces points des tuyaux-témoins qui seraient visités périodiquement.

L'expérience semble montrer que dans les parties des villes où le réseau des conduites est le plus entrelacé avec celui des rails, il est toujours recommandable d'avoir une différence de potentiel inférieure à un volt entre les rails et les conduites, celles-ci étant positives.

Une fois le réseau établi de façon à n'avoir pas à craindre les effets d'électrolyse, il semble être très à souhaiter que les compagnies dont les voies ne sont pas établies en rails continus, surveillent par des révisions périodiques le maintien en bon état des joints. De nombreux instruments efficaces existent en pratique : nous signalerons ici le vérificateur de Siemens et Halske; l'appareil de contrôle de l'A. E. G., etc., etc.

Lorsqu'on dispose de lignes téléphoniques qui longent les lignes de tramways, il est facile de surveiller d'une manière générale l'état des connexions des rails : il suffit en effet d'envoyer par

le fil de travail, un courant déterminé au moyen d'une connexion appropriée entre ce fil et les rails en intercalant un rhéostat dans le circuit. Le fil téléphonique sert dans ce cas de fil pilote. Ce procédé peut être appliqué en service en se servant alors du courant normal de service (fig. 1).

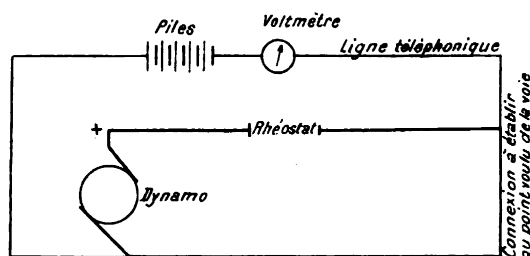


Fig. 1.

Ces essais, qui sont très utiles, ne doivent cependant pas dispenser des essais à faire périodiquement sur chaque connexion, car une connexion défectueuse peut être la cause de détérioration dans les conduites voisines et celle-ci peut ne pas être relevée par les lectures au voltmètre, servant à la revision de l'ensemble du réseau.

La deuxième partie du contrôle des installations électriques consiste en la vérification détaillée de l'appareillage d'isolement et dans la localisation éventuelle des défauts signalés par les revisions périodiques de l'isolement global, soit par la lecture des instruments de mesure ou par le déclenchement des interrupteurs automatiques.

Très nombreuses sont les Sociétés qui procèdent à ce contrôle, mais nous doutons qu'il soit d'une utilité en rapport avec la dépense qu'il entraîne.

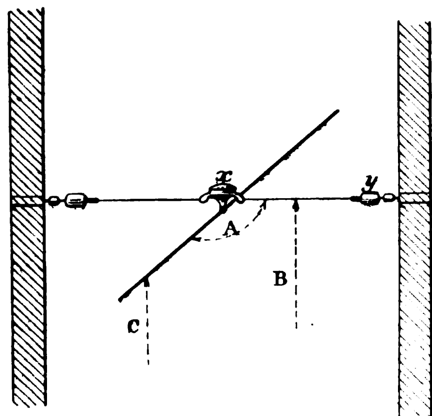


Fig. 2.

Cette vérification des isolateurs se fait par différents systèmes.

Quelques sociétés procèdent par des mesures rapides et croient ne pas devoir rechercher l'importance de l'isolement; elles se contentent de s'assurer si l'isolateur présente ou non un défaut. Dans ce cas (fig. 2), on essaye l'isolateur X en observant s'il passe du courant dans le fil de suspension; cette opération se fait ordinairement au moyen d'un voltmètre dont un pôle est au fil de suspension et l'autre à la terre; on essaye d'autre part l'isolateur Y en réunissant le fil de suspension entre X et Y au fil de trolley et en réunissant le poteau aux rails par l'intermédiaire du voltmètre.

Ce système est évidemment rudimentaire et ne donne aucune précision.

Nous avons vu souvent employer avec succès la méthode des trois lectures, qui peut être résumée comme suit :

Si, au moyen d'un voltmètre, nous prenons les trois lectures indiquées dans le croquis par A, B et C et si nous posons :

R : résistance du voltmètre;
X : la résistance de l'isolateur-support;
Y : la résistance de l'isolateur au poteau;
I : le courant que les isolateurs laissent passer;
i : le courant qui traverse le voltmètre,

Nous aurons entre ces quantités les relations suivantes :

$$X = \frac{R}{B}(C - A - B) \quad \text{et} \quad Y = \frac{R}{A}(C - A - B)$$ (1)

(1) Nous donnons pour plus de clarté le développement des équations qui conduisent aux résultats signalés

$$A = RI$$

$$i = I\frac{X}{R+X}$$

$$I = \frac{C}{Y + \frac{RX}{R+X}}$$

$$A = R \times \frac{X}{R+X} \times \frac{C}{Y + \frac{RX}{R+X}}$$

d'où

$$R(A - C)X + ARY + AXY = 0 \qquad (a)$$

et en posant $Z = \frac{X}{Y}$

$$AX + R(A - C)Z + AR = 0$$

d'autre part en déduisant B de la même façon que nous avons déduit A

$$B = \frac{RCY}{R + Y\left(X + \frac{R+Y}{RY}\right)}$$

qui, réduite donne :

$$B = \frac{RCY}{R(X+Y) + XY}$$

et

$$BRX + (B - C)RY + BXY = 0$$

et toujours en mettant

$$Z = \frac{X}{Y},$$

on aura

$$BRZ + (B - C)R + BX = 0 \qquad (b)$$

et en déduisant X et Y des formules (a) et (b), on a

$$X = \frac{R}{B}(C - A - B)$$

$$Y = \frac{R}{A}(C - A - B).$$

Pour rendre pratique ce système, qui au premier abord paraît un peu délicat, il suffit de donner un numéro d'ordre aux points de suspension des lignes et de remettre aux hommes chargés de faire cette vérification, un registre du modèle ci-après :

Ligne de...

N° d'ordre des suspensions.	A gauche du support de suspension.			A droite du support de suspension.			Isolement.		Observations.
	A	B	C	A	B	C	X	Y	

A la rentrée, l'ingénieur ou un employé fait les calculs d'après les lectures, et l'on a ainsi une idée exacte de l'état de tous les isolateurs.

Pour la recherche des défauts dans les lignes à caniveau, il serait assez malaisé de procéder aux revisions par les méthodes qui viennent d'être indiquées.

Le système généralement employé consiste à installer sur le tableau de distribution deux

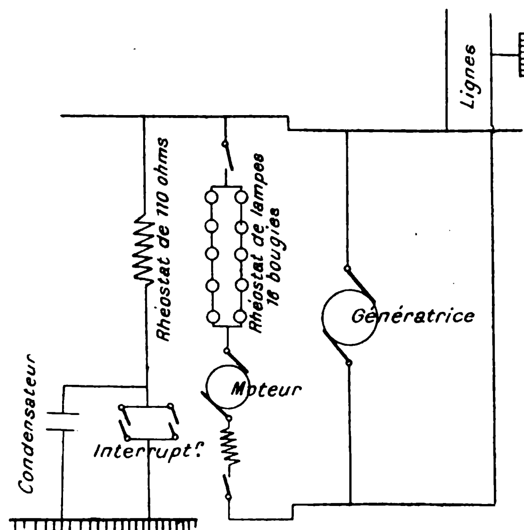


Fig. 3.

lampes-témoins établies en série entre les deux pôles du caniveau, mais dont le point milieu est à la terre. Si un des pôles est à la terre, la lampe en communication avec le pôle opposé brille; les interrupteurs du tableau des feeders permettent de trouver, sans difficulté aucune, sur quelle partie de ligne se trouve le défaut.

Une fois cette constatation faite, il est facile, de mesurer approximativement l'importance du défaut au moyen d'un rhéostat mis en série avec la section où il a été trouvé.

Il arrive fréquemment qu'un corps étranger mette le fil de travail en contact avec la terre; on peut parfois détruire cette cause de contact accidentel en faisant passer dans la ligne un courant intense réglé par un rhéostat.

Si ce moyen ne suffit pas, il faut procéder à la localisation exacte du défaut. Le moyen le plus pratique consiste dans l'emploi d'un procédé imaginé par le professeur Eric Gérard et qui peut être réalisé comme il est indiqué ci-contre (fig. 3).

En dérivation sur les pôles de la génératrice, est placé un moteur M de puissance minime qui actionne au moyen d'une transformation de mouvement un interrupteur I établi en série avec un rhéostat de lampes R pouvant laisser passer environ 5 ampères. Une des touches de l'interrupteur est à la terre. Un condensateur est placé en dérivation sur les deux touches de l'interrupteur I; la capacité de ce condensateur est approxativement la même que celle des câbles d'alimentation.

Si un défaut se manifeste, on relie au pôle négatif l'appareil, au moyen des interrupteurs principaux à deux directions. On met en marche le moteur M et il passe ainsi par le défaut un courant interrompu de 5 ampères environ. La fréquence de ces interruptions est d'environ 70 à 80 par minute.

On prend alors une bobine B de fil fin (environ 250 spires de 0,6 mm) et dont le circuit est fermé par un téléphone (fig. 4). En promenant le côté horizontal de cette bobine dans le caniveau, on entend dans le téléphone un claquement à chaque interruption de l'interrupteur I. Ce bruit est très caractéristique et bien distinct; il cesse de suite après le point où se trouve le défaut.

Un appareil semblable est en fonctionnement à la Société anonyme « *les tramways bruxellois* » depuis 1897 et a toujours donné les meilleurs résultats.

Pour la recherche des défauts dans les câbles souterrains, les moyens sont très variés et tous plus ou moins pratiques. Nous avons eu l'occasion de nous servir avec assez de succès de l'appareil

décrit plus haut. Il est toutefois nécessaire, dans ce cas, de connaître parfaitement le tracé du câble, car la sensibilité de l'appareil diminue de beaucoup au fur et à mesure que l'on s'éloigne du conducteur siège de courant.

Entretien des fils de travail. — Si, comme nous avons vu plus haut, les sociétés se sont surtout préoccupées d'établir des contrôles plus ou moins développés pour ce qui concerne l'isolement des lignes, nous devons faire remarquer que, d'après les réponses qui nous sont parvenues, peu de sociétés se sont préoccupées d'établir un contrôle efficace des fils de travail au point de vue mécanique.

Un tel contrôle serait cependant très utile, à notre avis, et il serait surtout désirable que les résultats en soient consignés sur des registres spécialement établis à cette fin.

Les deux types de registres employés par les

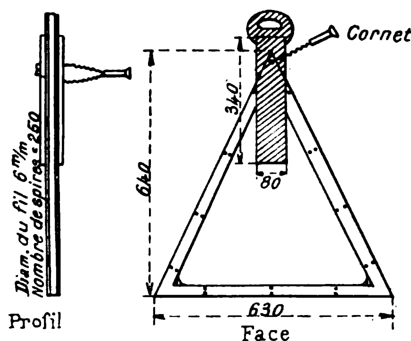


Fig. 4.

tramways bruxellois et reproduits dans les réponses au questionnaire, présentent l'avantage de suivre de très près les travaux de réparation et de renouvellement; la disposition de ces registres permet de se rendre compte si un point déterminé de l'installation n'a pas demandé des réparations trop fréquentes; s'il en est ainsi, l'ingénieur aura son attention immédiatement attirée sur ce point et cherchera à y porter remède.

Au point de vue général nous trouvons presque partout les données suivantes :

Portée de 35 et 40 m.
Section du fil : 52 mm²
Tension : environ 500 kg à 0°.

Dans presque tous les réseaux, nous constatons des ruptures plus ou moins fréquentes du fil de trolley; nous ferons remarquer que sur cinq sociétés qui font usage de prises de courant à archet, quatre déclarent n'avoir jamais eu de ruptures.

Les ruptures signalées sont attribuées à des causes très différentes et il ne serait pas facile d'en tirer des conclusions bien précises.

Toutefois, en prenant les différentes réponses et en les coordonnant avec l'expérience personnelle que nous avons acquise par de nombreuses années d'exploitation, et par des visites faites dans différentes installations, nous pouvons déduire les considérations suivantes :

L'usure du fil de travail, pour un équipement en axial, se produit surtout au support. S'il s'agit d'un

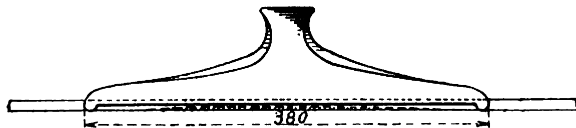


Fig. 5.

support soudé, il se produit généralement une usure au milieu et cette usure est d'autant plus accentuée que la suspension est rigide et que le support est court. L'usure ordinaire du fil avec support soudé est représentée dans la figure 5 par la partie hachurée.

S'il s'agit d'un support rivé, l'usure se produit à la sortie du support et quelquefois même à l'entrée du support, mais plus légèrement (fig. 6).

Lorsque les suspensions d'une ligne sont rigides (potences), une usure assez rapide se remarque en dessous des supports; le fil présente des traces d'étincelles; sa surface cesse d'être régulière et lisse, et elle présente des ondulations.

Entre deux suspensions, le fil et la perche de trolley sont soumis à des vibrations; arrivée au point de support, la perche continue à vibrer et le fil ne vibre plus. A ce moment la perche se détache ou tend à se détacher du fil et frappe le fil de légers coups avec production de petites étincelles.

Si le fil n'est pas bien tendu, les mouvements du fil au passage de la voiture et sous l'effet du vent peuvent également amener la rupture du fil contre le support, surtout si celui-ci est court, car dans ce cas les ondulations du fil se localisent en un point déterminé et, se répétant continuellement, provoquent la rupture.

D'autres causes de ruptures se rencontrent souvent dans les appareils spéciaux tels que aiguilles, croisements, isolateurs de section, etc., etc. Sans nous arrêter à analyser quels peuvent être les

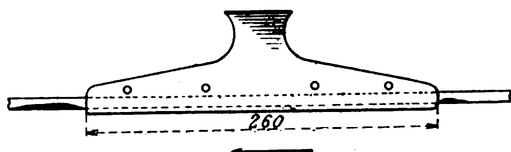


Fig. 6.

meilleurs ou les moins bons de ces appareils, nous pensons qu'il est intéressant de rappeler que leur choix doit faire l'objet de la plus grande attention de la part de l'ingénieur.

Ces appareils doivent comporter une attache élastique du fil; cette attache doit par conséquent être longue et de section décroissante établie de façon à ce qu'une roulette ne reçoive aucun choc, ni à l'entrée, ni à la sortie. Ils doivent posséder

une protection très solide et efficace empêchant qu'une roulette venant à dérailler ne puisse en aucun cas venir se coincer dans l'angle présenté par les branches de dérivation. Le fil de trolley doit pouvoir s'y adapter sans devoir être plié sous un angle trop aigu, de telle sorte que la tension du fil même ne tende à le dessouder. Lorsqu'un de ces appareils doit être ancré (c'est le cas des aiguilles), il faut que le fil d'ancrage soit établi de façon à faire avec le fil de trolley un angle assez ouvert; en tous cas, il est toujours bon de réunir à proximité de l'appareil, le fil de suspension au fil de trolley au moyen d'un pont rigide de façon à éviter que la roulette ne puisse en cas de déraillement aller se serrer entre les deux fils.

Depuis quelque temps, certains réseaux appliquent le système de protection consistant à souder un petit support spécial de chaque côté du point de suspension à protéger, ces deux supports spéciaux étant réunis par un fil d'acier. Cet appareil est certainement très utile et est à conseiller pour la protection des appareils spéciaux et supports de connexions.

Nous avons également obtenu de bons résultats

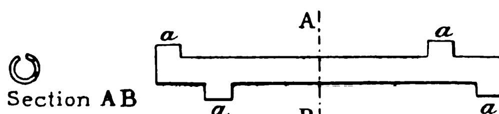


Fig. 7.

et une prolongation sensible dans la durée du fil en adaptant aux supports usés des gaînes en tôle de cuivre d'un millimètre d'épaisseur.

Ces gaînes entourent le fil à la partie inférieure du support et sont attachées aux fils par des agrafes découpées dans la tôle même (fig. 7).

En résumé, on peut établir un équipement électrique de façon à ce que les causes de rupture soient réduites au minimum et les précautions essentielles à prendre sont :

1° Le contrôle fait par périodes assez rapprochées avec annotation des résultats consignés dans un registre spécial;

2° Les suspensions doivent présenter une élasticité aussi grande que possible;

3° La tension du fil à la température de 0° doit être comprise entre 450 et 500 kg (pour les fils de 52,5 mm²).

4° Les supports doivent être longs et élastiques (la longueur de 380 mm semble avoir donné les meilleurs résultats);

5° Les appareils spéciaux doivent présenter des attaches longues et élastiques; ils doivent être munis d'armatures de sûreté pour empêcher le coincement des trolley en cas de déraillement;

6° Les appareils spéciaux, supports de connexion et les supports ordinaires en cas de portées supérieures à 45 mètres, doivent être protégés par un appareil du genre de celui décrit ci-dessus;

7° En cas de supports soudés, il est à conseiller de faire usage de soudure à la résine relativement tendre; le fil de trolley ne doit pas être porté à une température trop élevée.

La durée du fil de trolley dépend du service et du profil des lignes; elle varie de 500 000 à 1 500 000 passages pour le fil de 8 mm de diamètre. La pression de l'appareil de prise de courant sur le fil a également une grande importance; il est à conseiller que pour les lignes à trolley axial, cette pression ne dépasse en aucun cas 5,5 kg.

G. PEDRIALI.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LES INSTRUMENTS DE MESURE A LECTURE DIRECTE

(Suite) (1).

Différentes méthodes ont été proposées pour éliminer les erreurs imputables aux variations de température. L'une des plus ingénieuses a été imaginée par M. Albert Campbell. Comme le montre la figure 1, une compensation pratiquement parfaite est obtenue de la manière suivante : *e* est la bobine mobile, *f* et *g* les bornes du shunt. Les branches a et *d* du dispositif de compensation sont en cuivre, tandis que les branches *b* et *c* sont en alliage ayant un coefficient de température négligeable, et l'on donne à l'enroulement *e* de la bobine, ainsi qu'à chacun des fils a et *d*, une résistance de 3 ohms, et à chacun des fils *b* et *c*, une résistance de 1 ohm.

On peut obtenir aussi une résistance ayant un coefficient de température négatif, aussi élevé

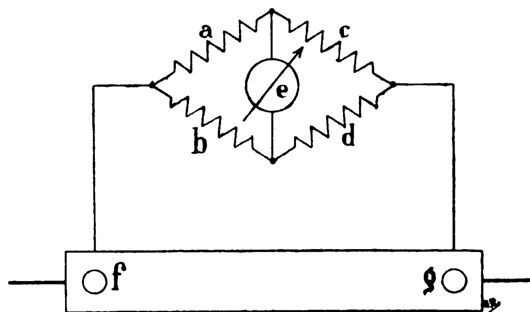


Fig. 1.

qu'il est nécessaire, en prenant un tube thermométrique (fig. 2) à l'intérieur duquel est placé un fil de platine de faible diamètre. Toute élévation de température a pour effet de provoquer la dilatation du mercure qui monte dans le tube et met ainsi en court circuit une partie plus ou moins longue du fil de platine.

(1) Voir l'*Électricien*, n° 723, p. 296; n° 724, p. 310; n° 725, p. 329 et n° 726, p. 343.

Lorsqu'on fait usage de shunts indépendants de l'instrument de mesure, il faut avoir la précaution d'employer toujours les fils de connexion qui ont été utilisés lors de l'étalonnage ou bien d'employer des fils ayant une résistance absolument identique.

Les instruments de mesure à bobine mobile, contrairement à ce que l'on admet généralement, sont affectés dans leur fonctionnement par les champs magnétiques voisins, à moins qu'ils ne soient efficacement protégés. M. Campbell a constaté (1) que le champ magnétique terrestre produisait une variation de flux atteignant jusqu'à 0,1 0/0 dans un aimant non protégé ayant un entrefer de dimensions ordinaires. Il ne faut pas perdre de vue que, malgré l'intensité du champ magnétique produit par l'aimant permanent, la présence du fer a pour effet de concentrer, dans une mesure très appréciable, le flux produit par le champ perturbateur, de sorte que l'intensité du champ résultant est plus grande que celle du champ dû à l'aimant.

Une boîte en fonte ordinaire semble constituer une protection bien suffisante pour les instruments de mesure destinés à un tableau de distribution.

Lorsqu'on se sert d'instruments portatifs à bobine mobile, généralement logés dans une boîte en bois, il faut prendre la précaution de les tenir à distance des dynamos et des moteurs électriques et aussi, ce qui est tout aussi important, de les éloigner les uns des autres. Deux instruments de ce type, placés l'un à côté de l'autre, peuvent donner, en raison de leur voisinage, des indications erronées, l'erreur pouvant atteindre 5 à 10 0/0.

L'erreur produite par l'action des champs magnétiques voisins peut être corrigée, lorsqu'il s'agit d'instruments portatifs, en effectuant une seconde lecture après avoir fait tourner l'instrument sur lui-même de 180°. La moyenne des deux lectures donne alors le résultat exact.

Une autre cause d'erreur dans les indications fournies par les ampèremètres à bobine mobile est la production de courants thermoélectriques dus à un échauffement inégal des deux extrémités du shunt. La force électromotrice développée aux points de contact du cuivre avec plusieurs des alliages utilisés pour la construction des shunts a une valeur très appréciable. C'est ainsi qu'un couple thermoélectrique cuivre-constantan développe une force électromotrice de 37 microvolts par degré centigrade.

On a constaté assez fréquemment que lorsqu'une des bornes d'un shunt est reliée à une masse métallique assez considérable, cette borne se refroidit plus rapidement que la borne placée à l'extrémité opposée; dans ce cas, la force électromotrice, due à des phénomènes thermo-électriques, peut donner lieu, dans l'ampèremètre, à des erreurs, atteignant jusqu'à 2 0/0 dans toute l'étendue de l'échelle.

(1) *The Magnetic Fluxer in Meters*, etc. *Philosophical Magazine*, S. 5, volume XLVII, page 1 (1899).

Avant de continuer la traduction du texte du mémoire de MM. Edgcumbe et Punga, il est intéressant de résumer, dès à présent, les observations présentées, relativement aux instruments à bobine mobile, par différents membres de l'Institution ayant pris part à la discussion qui a suivi la lecture du mémoire.

Au point de vue construction, M. Evershed fait observer que l'un des avantages que présentent les instruments à bobine mobile consiste en ce fait qu'il est possible de déterminer à l'avance le degré d'apériodicité, la valeur du couple amortisseur, le temps nécessaire pour que l'aiguille revienne au zéro, etc. Il convient toutefois de remarquer que cette assertion n'est pas absolument exacte lorsqu'il s'agit d'instruments ayant des aiguilles indicatrices dont la longueur atteint 30 à 35 cm, car il n'est pas possible de calculer à l'avance la valeur de l'amortissement due à la résistance que l'air oppose aux mouvements de l'aiguille, amortissement qui est loin d'être négligeable. C'est ainsi que dans un voltmètre ayant sa graduation sur le côté et muni d'une aiguille indicatrice de 48 cm de longueur et de 2 mm de diamètre, le couple amortisseur produit par les courants de Foucault développés dans le cuivre de la bobine mobile sur laquelle était placé l'enroulement avait une valeur de 257 dynes-centimètre, alors que le couple amortisseur dû à la résistance opposée par l'air aux mouvements de l'aiguille variait de 90 à 150 dynes-centimètre environ suivant l'amplitude des oscillations. L'amortissement produit par la résistance de l'air diffère de celui que produisent les courants de Foucault, en ce sens que la résistance au mouvement opposée par l'air n'est pas indépendante de la rapidité des oscillations, puisqu'elle en dépend dans une certaine mesure.

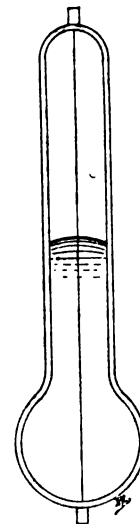


Fig. 2.

A propos de la graduation des instruments à bobine mobile, M. Evershed dit qu'il est très exact que l'on peut obtenir sur un voltmètre une échelle limitée en donnant aux ressorts spiraux une certaine tension et qu'il est à remarquer qu'un ressort en partie bandé fatigue moins qu'un ressort qu'on laisse se détendre complètement. Le principal inconvénient que comporte ce dispositif est que l'on augmente les chances d'erreur bien plus que les facilités de lecture.

M. E. B. Vignoles croit que les instruments à bobine mobile sont ceux qui conviennent le mieux pour les tableaux de distribution, car ils sont apé-

riodiques et ont des échelles très commodes. De plus, on peut rendre ces instruments interchangeables, en procédant comme l'ont indiqué MM. le colonel Crompton et Price. M. Vignoles pense que pour rendre les instruments interchangeables, il est inutile d'aléser l'entrefer des aimants avec une précision allant jusqu'à $\frac{1}{50\,000}$ de pouce, comme on l'a dit, en admettant que l'on puisse atteindre ce degré de précision, car c'est là une complication de fabrication inutile, puisque les aimants, quel que soit le soin apporté à leur fabrication, ne peuvent être identiques les uns aux autres.

En ce qui concerne l'intensité du champ magnétique dans l'entrefer de l'aimant des instruments à bobine mobile, M. Evershed fait observer que la valeur de 700 gauss, indiquée dans le mémoire, ne doit pas être considérée comme une valeur normale ou moyenne. Il est possible que dans les instruments construits par MM. Everett-Edgcumbe et Cie, l'intensité du champ magnétique atteigne cette valeur, mais il n'est pas prouvé que cette intensité soit la même dans les instruments à bobine mobile construits par d'autres maisons. En effet, dit M. Evershed, les instruments que construit la maison à laquelle j'appartiens ont un champ magnétique dont l'intensité varie suivant la longueur donnée à l'aiguille indicatrice. C'est ainsi que dans les instruments à bobine mobile ayant une aiguille indicatrice dont la longueur varie de 7 à 15 cm, l'intensité du champ magnétique dans l'entrefer de l'aimant permanent a une valeur comprise entre 1500 et 1700 gauss, tandis que dans les instruments comportant une aiguille de 25 à 30 cm, cette intensité atteint environ 2200 gauss. Dans des instruments ayant une aiguille de 45 cm, l'intensité du champ magnétique est de 4500 gauss et cette dernière valeur ne parait pas avoir été dépassée. Il est évident que le moment d'inertie augmente rapidement avec la longueur de l'aiguille indicatrice; il est donc indispensable, pour obtenir une période de mouvement très courte, condition essentielle, d'augmenter la valeur du couple moteur à mesure que l'on augmente la longueur de l'aiguille. Pour arriver à ce résultat, il faut, dans les ampèremètres, augmenter l'intensité du champ et, dans les voltmètres, augmenter également l'intensité du champ tout en réduisant au minimum la consommation d'énergie. Autant que la chose est possible, dit M. Evershed, j'ai toujours cherché à augmenter le couple moteur, proportionnellement à l'accroissement du moment d'inertie.

En ce qui concerne la fabrication des aimants destinés à être utilisés dans les instruments à bobine mobile, M. Evershed est d'avis qu'il convient de leur faire subir une préparation telle qu'ils soient mis à l'abri des différentes causes d'altération qui peuvent les atteindre une fois qu'ils sont sortis de l'atelier du constructeur. On a donné à ces procédés de préparation le nom de *vieillissement artificiel*, expression que M. Evershed trouve impropre; autant dire, dit-il, d'un enfant vacciné qu'on le vieillit artificiellement. En réalité, il faut soumettre l'aimant à un traitement tel qu'il permette d'éviter les détériorations qu'il pourrait éprouver avec le temps.

Une des principales causes de détérioration provient des variations de température auxquelles l'aimant peut-être soumis; le mode de traitement à appliquer dans ce cas est bien connu et il est appliqué par tous les constructeurs. Une autre cause de détérioration est l'affaiblissement graduel de l'aimant, mais un traitement convenable permet encore de rendre cet affaiblissement impossible. La désaimantation subite est un accident qu'il n'est pas possible d'empêcher à l'avance. En effet, un aimant placé dans un champ magnétique ayant une intensité de 100 gauss se désaimante quelles que soient les qualités de l'acier qui a été employé pour le constuer et quel que soit le traitement auquel il a été soumis. Il est vrai que l'on ne place jamais des instruments à bobine mobile dans des champs magnétiques aussi intenses et que, pour les protéger contre l'action de champs magnétiques ayant une intensité ne dépassant pas 10 à 20 gauss, il suffit de les placer dans un boîtier en fonte, condition très facile à réaliser.

Il est donc facile de soustraire les aimants permanents aux trois causes d'altération qui viennent d'être énumérées en prenant les précautions indiquées et l'on peut donc obtenir des aimants réellement permanents.

Il y a évidemment encore un autre facteur qui intervient dans la construction de bons aimants permanents, c'est la forme que l'on peut leur donner. On sait qu'un aimant en forme de barreau perd plus facilement son aimantation qu'un aimant en forme d'anneau; mais, dans les instruments à bobine mobile, on n'emploie que des aimants en forme d'anneau dans lesquels le circuit magnétique est presque fermé sur lui-même.

En ce qui concerne les ressorts spiraux utilisés dans les instruments à bobine mobile, M. Evershed rappelle que les auteurs du mémoire n'ont donné que quelques valeurs relatives aux coefficients de ces ressorts. Ces ressorts sont le plus souvent en bronze phosphoreux; ils ont un coefficient de température de 0,061 0/0 par degré centigrade, tandis que ceux qu'emploie l'Allegemeine Elektricitats Gesellschaft, qui sont en alliage de nature différente, ont un coefficient de température égal à 0,24 0/0 par degré, valeur très sensiblement égale à celle du cuivre. Le faible coefficient de température du bronze phosphoreux a fait donner la préférence aux ressorts spiraux confectionnés avec cet alliage. Malheureusement, la résistivité de ce bronze atteint 15 à 16 microhms-centimètre, tandis que celle de l'alliage employé par l'Allgemeine Elektricitats Gesellschaft ne dépasse pas 2,9 microhms-centimètre. Toutefois ce que l'on

gagne d'un côté se perd de l'autre et il importe peu que l'on utilise le bronze phosphoreux ou l'alliage de l'Allegemeine Elektricitats Gesellschat, les coefficients d'élasticité de ces deux sortes de ressort étant pratiquement les mêmes.

(A suivre).

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

Séance du 21 octobre 1904.

M. Ed. Hospitalier fait une communication sur l'*Unification du langage et des notations techniques.*

M. Ed. Hospitalier s'excuse d'aborder devant la Société l'examen d'une question si peu intéressante par sa nature, mais d'une importance primordiale en présence du développement si rapide de la science industrielle depuis un quart de siècle, et de la nécessité chaque jour plus grande de s'entendre au moins sur les mots et les notations, afin d'éviter les confusions qui feront du langage technique, avant peu, si l'on n'y met ordre, quelque chose d'analogue à la légendaire tour de Babel.

En participant à ce mouvement d'unification, la *Société des Ingénieurs civils de France* ne fera pas œuvre isolée, car elle ne fera que continuer l'œuvre commencée dès 1875 par la *Physical Society*, de Londres, et continuée depuis, en 1879, par le Bureau international des poids et mesures; en 1881, par le Congrès international des électriciens de Paris; en 1885, par la Société internationale des électriciens; en 1889, par les Congrès de mécanique appliquée et d'électricité de Paris; en 1891, par le Congrès international des électriciens de Francfort; en 1893, par le Congrès international des électriciens de Chicago; en 1896, par le Congrès de Genève; en 1900, par le Congrès international d'électricité de Paris; en 1903, par la Société électrotechnique de Berlin, la Société technique de l'industrie du gaz en France et l'Association électrotechnique italienne; en 1904, par la Société internationale des électriciens, et un véritable syndicat de Sociétés savantes américaines, syndicat dont fait partie le Bureau national des étalons des Etats-Unis.

On voit, par cette énumération rapide, que le mouvement a été surtout provoqué par les associations électriques, mais il nous a semblé que les mécaniciens ne pouvaient rester en dehors de ce mouvement, et que l'unification pour la nouvelle industrie, l'industrie électrique, ne pouvait être mauvaise pour l'ancienne, l'industrie mécanique, dont le langage, la correction et la précision ne sont plus, nous le prouverons dans un instant, à la hauteur des besoins et des progrès modernes.

L'*utilité* d'une unification n'est pas à démontrer.

La *nécessité* d'une unification est établie par ce seul fait que, dans un *Formulaire* récent résumant les principaux cours professés à l'Ecole centrale, M. Ed. Hospitalier a trouvé, non seulement un grand nombre de termes incorrects ou inexacts, mais encore des notations très différentes d'un cours à l'autre, et de nature à compliquer les études et les travaux de nos jeunes futurs ingénieurs. Ainsi, par exemple, on emploie 3 symboles différents pour le temps, le travail, la densité et le moment d'une force, 4 pour le volume et la vitesse angulaire, 5 pour la surface et la vitesse, 8 pour la force et 9 pour la puissance!

La *possibilité* d'une unification est établie par les précédents fournis par la science électrique. Il suffit de mettre un peu de bonne volonté, un peu de raisonnement et un peu moins de routine. Une terminologie rationnelle doit s'appuyer sur un petit nombre de principes dont l'application rigoureuse et sans exception fait de la langue technique un véritable *esperanto* automatique, sans rien sacrifier du génie même de la langue française, mais en renforçant, au contraire, sa méthode, sa rigueur et sa clarté.

Le premier principe consiste à admettre la *tyrannie* dans les mots, tout en respectant la liberté dans les idées. Il en découle tout naturellement l'obligation d'employer :

Un mot et un seul mot, pour désigner chaque chose différente d'une autre chose.

Un mot spécial pour chaque chose nouvelle, mot nouveau, ou mot composé rappelant les choses dont la chose nouvelle dérive.

Comme conséquence, un mot consacré par l'usage, à tort ou à raison, pour désigner une chose déterminée, ne doit jamais être repris pour désigner une chose nouvelle, sous peine de confusion.

En appliquant ces principes aux grandeurs physiques (mécaniques, thermiques, optiques et électriques), on est conduit à distinguer pour chacune d'elles :

1° Un *nom* pour la grandeur;
2° Un *symbole* pour la représenter dans les équations;
3° Une *formule de définition*;
4° Une *formule de dimensions;*
5° Une *unité de mesure* de la grandeur;
6° Des *multiples* ou *sous-multiples* (décimaux en général) de cette unité de mesure, employés en pratique,
7° Des *abréviations* de ces unités.

En appliquant ces règles, on voit qu'un nom de grandeur ne doit renfermer que des grandeurs, et un nom d'unité ne doit renfermer que des unités. Il est donc incorrect de parler de vitesse par seconde, de vitesse par heure, de travail par unité de temps, d'accélération par seconde par seconde, etc., tous mots hybrides renfermant à la fois des grandeurs et des unités, et ne constituant, par suite, ni une grandeur ni une unité.

Il convient également de ne jamais employer le nom d'une grandeur en l'appliquant à une autre grandeur : force au lieu de puissance, force au lieu de travail, pression au lieu de force, vitesse au lieu de vitesse angulaire, etc.

En ce qui concerne le *poids* d'un corps, mot vague, il y a lieu de distinguer, par l'emploi de symboles différents, s'il s'agit de la masse du corps M, ou de la force F qu'exerce la pesanteur sur ce corps, sous peine de détruire l'homogénéité des formules, en prenant l'une pour l'autre.

Pour les unités, il convient de toujours indiquer *en entier* le nom d'une unité composée. Ainsi, une vitesse devra s'exprimer non pas en mètres ou en kilomètres, mais en mètres par seconde ou en kilomètres par heure; une accélération, en mètres par seconde par seconde, et non pas en mètres; une vitesse angulaire, en tours par minute ou en tours par seconde, et non pas en tours (1); une pression, en kilogrammes par centimètre

(1) La création de turbo-moteurs faisant jusqu'à 500 tours par seconde rend particulièrement nécessaire

carré, et non pas en kilos, le mot kilo étant un préfixe multipliant par 1000 la valeur d'une unité, mais n'étant pas lui-même une unité.

Pour distinguer les *symboles* des unités et de leurs abréviations, il suffit d'adopter la convention déjà très répandue en France, en Allemagne et aux Etats-Unis, et qui consiste à représenter *tous* les symboles, majuscules ou minuscules, par des lettres *italiques* ou des caractères spéciaux (grec, ronde, etc.), et toutes les unités et abréviations par des caractères « romains » (bas de casse), disposés sur la ligne, après la partie décimale du nombre, s'il en comporte une. Cette notation rationnelle est une conséquence naturelle du développement de l'emploi de la machine à écrire.

Les abréviations des unités métriques sont d'ailleurs fixées en France par décret du 11 juillet 1903, et il n'y a qu'à étendre leur application aux autres unités, en suivant les règles de formation que ce décret met en relief.

En terminant, M. Hospitalier résume les règles de formation des grandeurs et des unités physiques et, en s'appuyant sur les décisions internationales du Congrès, du Bureau des poids et mesures et sur le décret du 11 juillet 1903, il a dressé un tableau renfermant l'ensemble des notations qui lui semblent les plus rationnelles et dont la plupart ont reçu, d'ailleurs, une sanction officielle.

Il propose que ce tableau soit soumis à une Commission compétente choisie par le Comité de la *Société des Ingénieurs civils de France*. Après examen et modifications, il serait adopté provisoirement par la Société pour une période à déterminer, en vue de le perfectionner par l'expérience avant d'en faire l'adoption définitive.

A TRAVERS LES BREVETS

Brevet n° 341 606. — Società Céramica Richard-Ginori. — **Dispositif pour supporter et fixer les isolateurs des lignes électriques.**

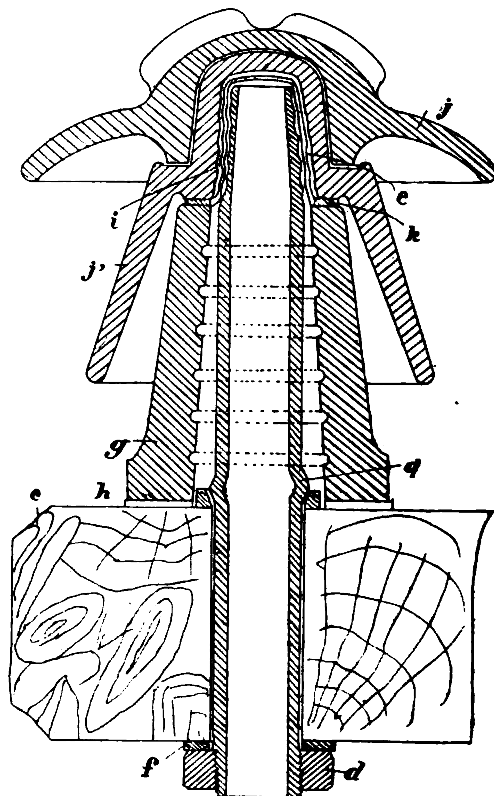
Dans le montage des isolateurs, surtout de ceux pour le transport de l'énergie électrique à haut potentiel, on a toujours employé jusqu'ici des tiges en fer plein, en bois ou fer combinés.

Puisqu'il est indispensable que le poids des supports ne soit pas excessif, ces tiges ne présentent bien des fois qu'une résistance insuffisante à la flexion. Ce défaut est très sensible parce qu'il est la cause de la casse des isolateurs faits de matériels relativement fragiles, tels que le grés ou le verre.

Un degré bien supérieur à la résistance à la flexion est obtenu, à parité de poids, avec des tiges tubulaires ou vides en fer ou autres métaux. L'emploi de supports tubulaires permet de varier l'épaisseur du métal et de le rendre plus épais dans les points où cela est nécessaire sans en augmenter excessivement le poids. Ces supports peuvent être employés vides ou être remplis de substances bitumineuses, poudre de cailloux ou autres poudres minérales, lorsque cela est rendu nécessaire dans le but d'éviter la condensation de l'humidité à l'intérieur des supports.

A parité de poids du matériel employé, le « moment de la résistance à la flexion » d'un support vide est plus que double de celui d'un support en matériel plein, les causes de casse des isolateurs sont ainsi diminuées de plus de 2/3.

Mais l'application des supports tubulaires n'évite



qu'une seule cause de la casse des isolateurs. Celle-ci ne manquerait pas de se produire s'ils étaient vissés, avec le degré de serrage nécessaire, sur les supports métalliques.

Le risque de casse augmente en raison directe des dimensions des isolateurs et de l'effort mécanique auquel ils doivent être soumis. C'est de là, c'est-à-dire du désir de réduire les casses, que découle aussi la nécessité de placer entre l'isolateur et le support une couche de matière souple.

Les matières que l'on emploie généralement pour assujettir les isolateurs sur leurs supports sont la filasse de chanvre, de lin, de jute ou de coton imbibée de substances grasses, de soufre, de mastics des plus différentes qualités.

Toutes ces matières présentent des défauts très graves puisque les unes, en gonflant, produisent la rupture de l'isolateur; d'autres ne résistent pas aux intempéries; d'autres enfin (y compris les

la spécification précise et complète de l'unité de vitesse angulaire.

meilleurs mastics) durcissent au point que l'isolateur ne peut plus être détaché du support sans être cassé.

Un défaut capital de tous ces systèmes est encore la longue durée du montage. Cette opération, qui doit être faite au moment de l'élèvement des poteaux des lignes aériennes de transport de force, est faite la plupart des fois dans des conditions climatériques ou de terrain peu favorables, et devient par cela longue et coûteuse.

Tous ces inconvénients sont éliminés par l'application de douilles en métal mince, fixées par une mince couche de mastic dans l'intérieur de l'isolateur.

Cette opération peut être accomplie dans la même usine où l'on fabrique l'isolateur, prêt à être vissé ou fixé à son support sans aucune autre opération préalable embarrassante.

Une forme d'exécution de l'invention est représentée à titre d'exemple dans le dessin annexé. Le support ou tige *a* en fer ou acier est assujettie à la traverse en bois *e* à l'aide d'un écrou *d* et de cossettes en fer *f*. Le couvre-tige *g*, en tenant la tige *a*, fait du même matériel que l'isolateur proprement dit *j*, repose sur rosette *h* de carton goudronné, l'intervalle *b* étant rempli de ciment. L'isolateur proprement dit *j* est garni à l'intérieur d'une couche mince de mastic *e* servant à fixer une douille *i* en métal mince, bronze ou laiton, qui est vissée sur la tige tubulaire *a*, taraudée préalablement à cet effet. Une cossette *k* de carton, imbibée de paraffine, est insérée entre l'isolateur proprement dit et le couvre-tige *q*.

Communiqué par l'office Henri Boettcher pour la prise et l'obtention des brevets d'Invention en tous pays, 14, boulevard Saint-Martin, Paris.

BIBLIOGRAPHIE

Notes et formules de l'Ingénieur et du constructeur-mécanicien, par un comité d'ingénieurs, 14e édition. 1 vol., format 180 × 115 mm, de 1832 p. avec 1350 fig. Prix : 12 fr. 50. (Paris, E. Bernard, éditeur).

La nouvelle édition de ce formulaire universellement connu a été l'objet d'une revision complète et a été considérablement augmentée.

L'éditeur a eu l'heureuse idée de faire relier le volume en cuir souple et cela d'une façon très élégante.

Désirant faire profiter les ingénieurs, qui possèdent d'anciennes éditions, des améliorations réalisées dans la 14e, l'éditeur reprend toutes les vieilles éditions au prix de 6,25 fr franco Paris. C'est là un avantage appréciable.

-oo-

Le rôle de l'électricité dans l'automobile expliqué aux chauffeurs, par L. B. Fanor. 1 vol., format 180 × 125 mm, de 60 p. avec 31 fig. Prix : 1 fr. 50. (Paris, librairie Desforges).

Les conducteurs d'automobiles qui désirent acquérir les notions élémentaires d'électricité qui leur sont nécessaires pour comprendre les applications de l'énergie électrique aux automobiles à pétrole trouveront dans ce petit livre tout ce qu'il leur importe de connaître.

Il constitue un véritable cours élémentaire donnant l'explication du fonctionnement des appareils utilisés en automobilisme, tels que magnétos et dispositifs d'allumage électrique.

-oo-

Die elektrischen Anlagen der Schweiz. Erster Band. Die elektrisch betriebenen Strassen, Neben, Berg-und Vollbahnen der Schweiz. *(Les installations électriques de la Suisse. Volume Ier. Les voies ferrées électriques de la Suisse : Tramways, chemins de fer sur routes, chemins de fer de montagne et chemins de fer à voie normale)* par Siegfried Herzog, ingénieur. Un volume format de 21 × 29 cm de VIII-400 pages avec 533 figures. Prix, relié : 22 fr. 50. (Zurich, Albert Raustein, éditeur 1905).

M. Herzog s'est proposé, en entreprenant la vaste publication ci-dessus, de donner un tableau d'ensemble des installations électriques qui se rencontrent en Suisse et de faire ainsi connaître les travaux, si remarquables à de nombreux points de vue, des ingénieurs électriciens de son pays. Le premier volume de cette publication, édité avec un grand luxe, est consacré à la traction électrique. On y rencontre la description détaillée de l'outillage électrique de six tramways et chemins de fer alimentés par du courant triphasé, ainsi que de trente-sept autres lignes employant du courant continu. Ce volume se termine par la description du chemin de fer d'essai des ateliers d'Oerlikon sur lequel on utilise du courant alternatif monophasé et par la reproduction des textes législatifs qui réglementent la traction électrique sur le territoire fédéral.

-oo-

Handbuch der Elektrotechnik, herausgegeben von Dr C. Heinke. Sechster Band. Die Leitungen, Schalt-und Sicherheitsapparate für elektrische Starkstromanlagen von H. Pohl und B. Soschinski. Erste Abteilung. *(Traité d'électrotechnique, publié par le Dr C. Heinke. Sixième volume : Les conducteurs, les appareils commutateurs et les appareils de sûreté pour réseaux à courants industriels, par H. Pohl et B. Soschinski. Première partie)*. Un volume format 19 × 27 cm de XXIX-448 pages avec 395 figures. Prix, relié : 20 mark. (Leipzig, S. Hirzel, éditeur, 1904.)

Nous avons déjà eu l'occasion de signaler à plusieurs reprises (pour la première fois dans l'*Electricien* du 9 mars 1901, page 159) le grandiose traité de M. le Dr Heinke qui, une fois terminé, embrassera tous les

domaines de l'électrotechnique. Le sixième volume de cette importante publication est consacré aux installations de courants industriels; il doit étudier successivement les canalisations, la pose, les précautions à prendre pour éviter les courts-circuits et enfin les dimensions à attribuer aux conducteurs. Un programme aussi étendu, en raison des longs développements que nécessite l'importance du sujet, donnera matière à trois volumes. Le premier de ces volumes, que nous avons sous les yeux, s'occupe des conducteurs (cuivre, fer, aluminium) et des isolants (gutta-percha, caoutchouc, papier, chanvre, jute, coton, soie, huile de lin, térébenthine, paraffine, fibres végétales, etc., mica, micanite, amiante, ambroïne, etc.). Il expose ensuite en détail les différents procédés de fabrication des conducteurs et des câbles. Les chapitres suivants traitent les questions ci-après : Mesures à opérer sur les câbles pendant et après la fabrication; conducteurs et câbles des modèles les plus usuels et leur emploi; appareils commutateurs; fusibles; dispositifs protecteurs contre les surtensions et les décharges atmosphériques.

Les auteurs se sont surtout attachés à mettre en relief les inventions, les constructions et les méthodes allemandes, sans d'ailleurs passer sous silence les plus importants travaux et les découvertes des savants des autres pays.

CHRONIQUE

Procédé Birkeland-Eyde pour l'extraction électrique de l'azote atmosphérique.

Nous empruntons à l'*Elektrotechnischer Anzeiger* l'analyse suivante d'un rapport présenté par M. J.-S. Edstrom au Congrès international des électriciens de Saint-Louis (Etats-Unis) sur le procédé qu'ont imaginé MM. C. Birkeland et S. Eyde de Christiania pour fixer électriquement l'azote atmosphérique :

Les inventeurs sont partis de ce fait bien connu que le courant de l'arc voltaïque et, par conséquent, cet arc lui-même se trouvent déviés à angle droit dans le cas de la présence, à proximité, d'un champ magnétique. Lorsque les électrodes horizontales sont reliées à un générateur monté en série avec une bobine d'induction convenable et lorsque, à proximité de ces électrodes et à angle droit avec leur direction horizontale, on établit un puissant champ magnétique, l'arc développé entre les électrodes se trouve être immédiatement attiré vers le haut ou vers le bas et, en conséquence, interrompu, en même temps qu'un nouvel arc en ligne droite se forme entre les électrodes, lequel est également attiré au dehors, etc. La vitesse de formation, de déplacement et d'interruption des arcs voltaïques est si grande qu'il se forme plusieurs milliers de ces arcs par seconde. Mais, dans la pratique, on se contente de seulement quelques centaines d'arcs à la seconde. Quand le champ magnétique est excité par du courant continu et que le générateur alimente l'arc avec du courant également continu, il se forme une série ininterrompue d'arcs qui se déplacent radialement avec une vitesse en correspondance avec la puissance du champ magnétique. Les points de la surface des électrodes sur lesquels porte l'arc, se déplacent également, à partir des pointes, avec une vitesse aussi grande. L'œil de l'observateur reçoit l'impression d'un disque d'arcs voltaïques ayant la forme d'un demi-cercle presque complet. Le mouvement de l'arc, dans le voisinage des électrodes, est généralement plus rapide du côté de l'électrode négative que du côté de l'électrode positive, en sorte que le centre du disque se déplace d'un côté de la ligne droite qui relie les électrodes. Lorsque le champ magnétique est excité avec des courants alternatifs, tandis que l'arc voltaïque se trouve alimenté par du courant continu, les arcs oscillent entre les faces opposées des électrodes. Les choses se passent exactement de même lorsque l'arc est alimenté par du courant alternatif et que le champ magnétique est excité par du courant continu. Ce dernier dispositif est celui définitivement adopté par les inventeurs. L'air atmosphérique qui doit traverser le four passe par une série de conduites et est ainsi amené, dans la partie du four où se forment les arcs, jusqu'à proximité des électrodes. Après avoir franchi cette partie du four et être entré en contact aussi intime que possible avec le disque des arcs, l'air pénètre dans une conduite spéciale et, au sortir du four, il se trouve mélangé avec une certaine quantité d'oxydes de l'azote. Alors que, dans les méthodes de MM. Bradley et Lovejoy et de M. de Kowalski, l'énergie doit être réduite à un minimum dans les divers arcs, si l'on veut obtenir un système économique, la méthode de MM. Birkeland et Eyde permet l'emploi de très grandes quantités d'énergie dans le disque des arcs. Les expériences ont démontré que l'effet utile s'accroît avec la quantité d'énergie employée sur les électrodes. Un four de 500 kw a été récemment construit d'après cette méthode. Malgré les grandes intensités de courant employées, les électrodes de ce four ont pu, jusqu'ici, fonctionner durant plusieurs centaines d'heures sans aucune interruption. L'influence destructive de l'arc est insignifiante, car les points de contact de l'arc avec les électrodes se déplacent çà et là : aussi on peut construire les électrodes en une substance très peu coûteuse, par exemple, en cuivre ou en fer, et leur donner des dimensions se prêtant facilement à un refroidissement par l'air ou par l'eau. Dans leur four du modèle le plus récent, les inventeurs ont obtenu une production de 900 kg $HAzO^3$ par kilowatt-an; l'énergie en cause est celle consommée par le disque des arcs lui-même. L'air sortant du four contient environ 2-3 0/0 de protoxyde d'azote (AzO) qu'il faut transformer, afin de pouvoir l'utiliser, en peroxyde. Cette transformation s'opère dans une cuve de réduction en mince tôle de fer qui est émaillée à l'intérieur et au sortir de laquelle les gaz sont conduits dans un aspirateur où ils entrent en contact avec de l'acide azotique dilué. Après avoir quitté l'aspirateur, les gaz se rendent dans le système d'absorption, composé de quatre tours à eau et d'une tour à soude; chaque tour est plusieurs fois traversée par les mêmes gaz. La tour à soude absorbe les gaz restants et forme un mélange de nitrate et de nitrite de soude que l'on utilise pour obtenir du nitrite de soude pur. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 728 10 Décembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes.

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LES COUPE-CIRCUITS FUSIBLES

Description d'un nouveau coupe-circuit fusible pour circuits à haute tension.

Il existe deux genres d'appareils pour protéger les circuits et les machines électriques contre un courant d'intensité excessive ou contre un court-circuit. Ce sont les disjoncteurs automatiques à maximum et les coupe-circuits fusibles.

On éprouve de sérieuses difficultés avec ces derniers lorsque la tension de la source qui alimente le circuit est assez élevée et, comme cette tension tend à s'accroître de jour en jour dans la pratique moderne, il y a intérêt à trouver un coupe-circuit fusible réalisant les meilleures conditions de fonctionnement.

Les fusibles, étant en général constitués par des fils d'alliage métallique, dégagent en fondant des vapeurs qui tendent à amorcer un arc.

Cet arc n'est pas seulement dangereux parce qu'il laisse persister le passage du courant, mais encore parce qu'il brûle les pièces de contact et peut atteindre même les appareils voisins placés sur le tableau.

La première condition à réaliser est donc l'extinction automatique et instantanée de l'arc ainsi formé. De nombreux appareils ont été imaginés dans ce but : les uns sont basés sur l'emploi de ressorts qui éloignent les deux électrodes au moment de la fusion du métal; dans les autres l'arc est éteint par des mélanges de sable ou de poudre de matières inertes; enfin l'on a recours également au soufflage magnétique ou même pneumatique. Mais presque tous ces appareils ont pour principal inconvénient la projection au moment de la fusion des matières dont se compose le fusible.

La Société Lahmeyer, de Francfort-sur-le-Mein, s'est proposé de faire des recherches pour trouver un appareil satisfaisant. On a tout d'abord enroulé le fusible en forme de câble, entouré d'une matière grasse, suffisamment solide. Mais bien que les résultats aient été satisfaisants sous des tensions de 10000 volts et au-delà, on s'est vite aperçu que la force d'explosion était trop considérable pour empêcher l'arc de persister : en effet, le fusible est réduit en un nombre infini de petites particules; la matière grasse qui doit éteindre l'arc est ainsi dispersée immédiatement et le résultat principal que l'on vise ne se trouve pas atteint.

On essaya ensuite d'immerger le fusible dans un bain d'huile et d'employer pour les coupe-circuits un mode de construction qui avait donné de si bons résultats pour les interrupteurs. Les essais ne furent couronnés de succès qu'avec des réservoirs à huile d'assez grandes dimensions. Il fut impossible d'arriver à l'emploi de tubes, seule forme admissible pour des appareils industriels. Ce tube était mis en pièce,

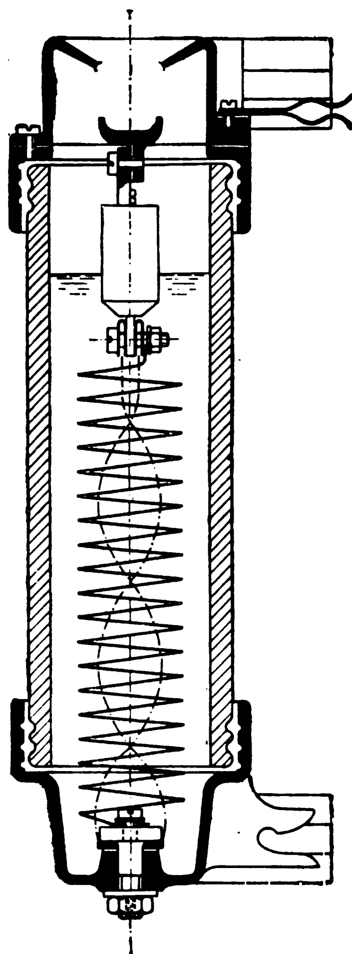


Fig. 1.

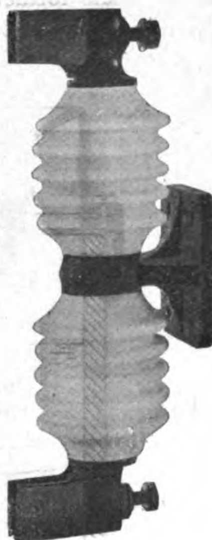
même avec une paroi en verre de 10 mm d'épaisseur ou en tôle de 5 mm. On eut ensuite l'idée de laisser fondre le métal fusible en dehors de l'huile, puis d'amener par un procédé quelconque aussitôt après cette fusion les électrodes dans le bain d'huile inférieur. Mais les vapeurs métalliques se dégagent ainsi en dehors de l'huile et peuvent atteindre les appareils voisins, facilitant ainsi l'amorçage d'un arc. Sous 5000 volts, l'étincelle peut jaillir entre le centre de l'explosion et tout point distant de 70 cm.

On revint ensuite au fusible immergé, mais entouré cette fois d'un tube de papier fort soli-

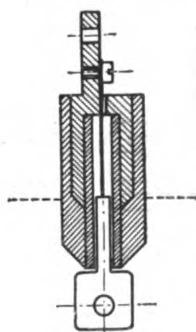
dement ficelé. De cette façon, le tube de verre put résister à l'explosion, l'arc fut éteint et aucune vapeur métallique ne sortit de l'appareil.

Cependant, il restait à perfectionner ce coupe-


Fig. 2 *a*


Fig. 2 *b*

circuit, surtout au point de vue de son fonctionnement régulier pour des intensités bien déterminées du courant. En effet, il est facile de vérifier que le point de fusion d'un fil métallique n'est pas le même lorsque ce fil est immergé dans l'huile : pour qu'il fonde, il faut tout d'abord qu'une couche de vapeur se forme tout autour de lui pour l'isoler de l'huile; comme la production de cette vapeur dépend d'un très grand nombre de causes, et varie notamment avec la nature des huiles employées, il est très difficile de compter sur des résultats comparables entre eux.


Fig. 3.

Toutes ces recherches ont conduit à fonder la construction d'un coupe-circuit réellement satisfaisant sur les trois conditions suivantes :

1° Laisser la fusion se produire en dehors de l'huile.

2° Empêcher les gaz dégagés par la fusion de rester en contact avec l'air extérieur.

3° Rendre inoffensif le choc de l'explosion.

Ces conditions se trouvent remplies par le coupe-circuit fusible pour circuits à haute tension que vient de construire la Société Lahmeyer.

Description. — Dans cet appareil, le fil fusible se trouve placé dans une « chambre de fusion », hermétiquement fermée à sa partie supérieure et plongeant dans un bain d'huile à sa partie inférieure. Cette chambre est représentée par la figure 3. Les figures 2*a* et 2*b* donnent l'ensemble du coupe-circuit et de son support; la figure 1 en donne la coupe verticale à l'échelle 1/3.

Le bain d'huile est enfermé dans un tube de verre, bouché à ses deux extrémités par des douilles en métal portant les contacts habituels. La douille supérieure porte plusieurs ouvertures qui servent à l'introduction de l'huile.

La chambre de fusion est en métal très résistant; elle porte à sa partie supérieure un orifice très étroit pour le passage du fusible; elle est ouverte à sa base. Au fusible lui-même est fixée une pièce qui est réunie par des fils de cuivre à la pièce d'attache de la douille inférieure de l'appareil. Un ressort en spirale est également fixé à ces deux pièces d'attache et maintient le fusible constamment tendu.

Comme on le voit, le fusible n'est pas en contact direct avec le bain d'huile; si la chambre de fusion est bien hermétiquement close à sa partie supérieure et si les précautions d'isolement sont bien prises, cette chambre pourra plonger dans l'huile à la façon d'une cloche à plongeurs et l'huile ne pourra pas atteindre le fusible : ainsi se trouve remplie la première des trois conditions.

Lorsque la fusion se produit, les gaz de l'explosion sont projetés dans l'huile, où ils se refroidissent aussitôt. L'arc est éteint et aucune projection n'a lieu hors de l'appareil : en effet, la force de l'explosion et le ressort font tomber la pièce d'attache au fond de l'appareil et les deux pôles se trouvent ainsi séparés par une colonne d'huile.

Cet appareil a donné lieu à de nombreux essais sur des circuits à haute tension. Il satisfait à l'une des conditions édictées par l'Union des ingénieurs électriciens allemands : le coupe-circuit doit entrer en fonctionnement sous le double du courant normal et en moins de 2 minutes, en admettant que le courant initial soit nul et que l'on fasse passer immédiatement après le double du courant normal.

Jusqu'à 50 ampères, les coupe-circuits doivent supporter constamment une surcharge du quart du courant normal.

Les résultats obtenus par la Société Lah-

meyer ont démontré que le coupe-circuit que nous venons de décrire supporte une surcharge continue de 50 0/0, une surcharge intermittente

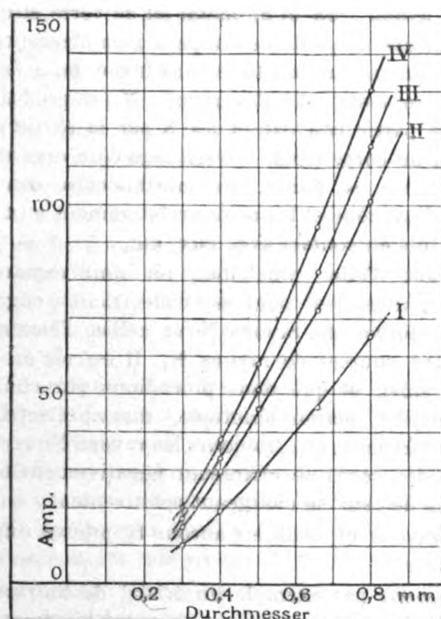


Fig. 4.

de 80 0/0 pendant 5 minutes et fond en moins de 2 minutes sous l'action d'un courant d'intensité double. La figure 4 représente les courbes obtenues. En abscisses sont portés les diamètres des fusibles. La courbe I correspond au courant normal.

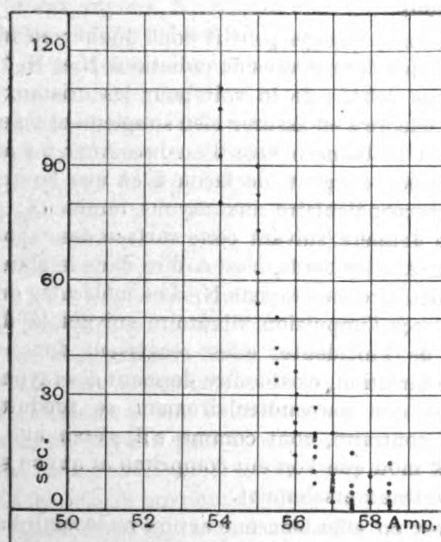


Fig. 5.

La courbe II indique les surcharges que peut supporter le coupe-circuit d'une manière continue.

La courbe III correspond à une surcharge de 5 minutes.

La courbe IV donne les points de fusion au bout de 1 à 2 minutes de surcharge avec une intensité double.

La figure 5 se rapporte à un coupe-circuit de 30 ampères qui doit supporter 38 ampères en marche continue et doit fondre en moins de 2 minutes sous 60 ampères.

Nous devons ajouter qu'on a voulu acquérir la certitude absolue de l'impossibilité d'allumage d'un arc électrique après la fusion du fil métallique.

On a fixé dans ce but à la douille inférieure un fil de cuivre de 5 mm, d'une longueur telle que son extrémité supérieure se trouve à 5 cm environ de la douille supérieure et à portée des vapeurs ou gaz pouvant sortir de l'appareil. Puis on fit fonctionner l'appareil sur un circuit à 10 000 volts : le fil fondit, mais aucun arc ne s'amorça entre le fil de cuivre et la douille.

L'appareil fut dès lors mis en service dans diverses stations centrales, à Varsovie, à Londres, etc., où son fonctionnement a toujours été des plus satisfaisants.

Armand LEHMANN.

RAPPORTS ENTRE L'ÉLECTRICITÉ

ET LES RAYONS N

A première vue on se figure qu'il est difficile d'observer des rayons N et qu'il est réservé aux physiciens seuls de les analyser.

Il n'en est pas ainsi et tout le monde est à même de répéter la plupart des expériences faites. Le tout est de trouver un moyen d'analyse; nous ne nous occuperons pas de la variation apportée à l'intensité d'une flamme minuscule ou à la visibilité d'une étincelle microscopique, mais nous emploierons un mode d'investigation à la portée de tout le monde, savoir l'écran à sulfure de calcium phosphorescent. M. Blondlot, à qui l'on doit les premières recherches sur les rayons N, emploie du papier ou carton noir sur lequel il trace des points de la grosseur d'un pois avec une mixture faite de sulfure de calcium dilué dans du collodion étendu d'éther; mais il m'a semblé préférable, au lieu de distribuer ces tâches au hasard, de les tracer en lignes fines et parallèles dessinées perpendiculairement les unes aux autres. La moindre variation apportée à la luminosité d'un tel quadrillé est beaucoup plus visible et d'une observation plus régulière.

A l'usage des personnes possédant un laboratoire,

je préconise l'usage d'un microphone ou d'un téléphone dans le circuit duquel se trouve intercalé un cohéreur de télégraphie sans fil; la conductibilité de ce cohéreur varie si on le soumet à une source de radiation N ou N_1; la sensibilité en est encore accentuée si l'on a fait le vide, à une pression voisine de 2 mm dans le cohéreur.

Nous savons que ce qui distingue les rayons N des N_1 est que les premiers augmentent la luminosité, accentuent la phosphorescence, en un mot agissent comme une source d'énergie ou de mouvement vibratoire, tandis que les seconds se comportent d'une façon absolument opposée, c'est-à-dire qu'ils atténuent la luminosité, diminuent la phosphorescence et se comportent comme s'ils amortissaient ou atténuaient les mouvements.

Si nous nous servons de l'écran à sulfure de calcium, il faut donc tout d'abord produire sa phosphorescence; une source quelconque de rayons N suffit pourvu qu'elle soit assez énergique; l'exposition à la lumière du jour suffit ou, si nous expérimentons le soir, il suffit tout simplement d'approcher l'écran d'une lampe électrique à arc ou incandescence, ou d'une lampe ordinaire, à gaz ou pétrole, voire même d'une simple allumette, pour susciter la phosphorescence de l'écran, qui restera d'autant plus durable que la source lumineuse est plus vive.

Si toute source de rayons N n'est donc pas capable de produire la phosphorescence de l'écran en question, elle peut au moins l'accentuer et rendre plus lumineux le sulfure de calcium ou toute autre substance quelconque phosphorescente.

Nous ne pouvons passer en revue toutes les sources de rayons N, nous ne ferons que les citer brièvement.

Tout foyer lumineux, tout centre vibratoire, tout corps d'où part une impulsion, toute substance qui se dilate, un corps chaud, un corps que l'on a comprimé et qui tend à se déprimer, etc., sont autant de sources de rayons N, c'est-à-dire augmentent la phosphorescence et accentuent la luminosité des flammes et des étincelles, ou augmentent la conductibilité des cohéreurs.

Tout centre jouissant de propriétés contraires, tel une substance se contractant, un corps froid, l'obscurité prolongée, un corps qui, après avoir été dilaté se condense, etc., sont les sources de rayons N_1, c'est-à-dire diminuent la phosphorescence, la luminosité et la conductibilité.

Voici d'autres exemples de sources de rayons N, pris un peu à la fortune de la mémoire : un fil métallique chauffé au rouge, une lampe à incandescence allumée, un métal quelconque martelé, un morceau de bois sec mis sous presse, un caillou exposé à la lumière, à la chaleur ou à une compression; tout foyer d'activité ou centre de force, un muscle comprimé, le poing se fermant, le regard fixe, l'imposition des mains, le voisinage d'un organe surexcité, tel le cœur ou le cerveau (ceci pour les physiologistes), l'acier trempé, les substances radioactives, l'ozone et les gaz liquéfiés, les métaux, etc.

Comme autres exemples des sources de rayons N_1, nous avons : un fil de métal ou de verre étiré ou tendu, une ampoule de lampe à incandescence ne fonctionnant pas, un tube dans lequel on a fait le vide, un métal plié (les rayons N_1 se produisent par la partie convexe et les N par la partie concave), un corps froid, le voisinage d'un organisme dont la vie est partie, les substances se condensant, l'oxygène et les acides relativement aux métaux mis en contact avec eux, etc.

Avant d'aller plus loin, on doit remarquer que toutes les sources d'électricité négative sont sources de rayons N et celles d'électricité positive sources de rayons N_1. Il en est en effet bien ainsi, et que nous procédions par contact, frottement, action chimique, thermo-électricité, pyroélectricité, etc., toujours les rayons N proviennent des corps se chargeant négativement et les autres de ceux se chargeant positivement.

Essayons et nous en aurons la preuve expérimentale.

Prenons par exemple un cristal de tourmaline ou de borax, comprimons-le entre les doigts ou échauffons-le, nous observons que suivant les coins tronqués il donne des rayons N_1 et suivant les autres des N; or c'est précisément aux coins tronqués que l'on observe des charges positives; les lecteurs que la chose intéresse trouveront utilement à lire à ce sujet la brochure : *Nature intime de l'électricité, du magnétisme et des radiations.*

Un même corps peut-il donc donner en même temps les deux genres de radiations N et N_1?

Nous venons de le voir pour les cristaux, on peut encore s'en assurer bien simplement en exposant à la lumière vive d'un bec Auer ou autre, une pièce d'argent, de façon à ce que la surface soit perpendiculaire aux rayons lumineux; cette pièce donnera suivant cette surface des rayons N et suivant les bords, c'est-à-dire dans le plan perpendiculaire, des rayons N_1. Les molécules ont en effet reçu l'impulsion vibratoire suivant la direction de l'incidente, elles réagissent donc dans cette direction, c'est-à-dire donnent des rayons N; tandis que perpendiculairement se produit un effet contraire, tout comme s'il s'était agi d'un corps mou que l'on eût comprimé et qui se serait dilaté transversalement.

C'est en effet bien une action moléculaire semblable qui se produit; car, prenons une lame de plomb de 2 mm d'épaisseur et exposons-la à une source de rayons N, il faut plusieurs heures avant que la face opposée donne aussi des rayons N; le plomb il est vrai est mauvais conducteur à cause de sa mollesse.

Une lampe incandescente donne aussi les deux genres de radiations. Mais, demandez-vous,

comment peut-on les analyser et en juger séparément?

Tout comme on l'a fait pour les faisceaux radioactifs, c'est-à-dire en soumettant un faisceau de radiations Nièmes à l'influence déviante d'un champ magnétique, ou encore plus simplement en le faisant passer à travers un prisme en aluminium.

Le faisceau se décompose en trois parties, invisibles il est vrai, mais que l'on peut analyser par leurs propriétés sur les écrans phosphorescents par exemple.

Ces expériences sont assez délicates et je pense bon de faire remarquer que le sulfure de calcium est beaucoup plus sensible dans le vide voisin de 2 mm qu'à la pression atmosphérique, ce qui permet de mieux observer si l'on a affaire à des rayons N ou N_1.

En opérant, dans les conditions voulues, on voit que le faisceau incandescent donne trois faisceaux partiels, qui jouissent, toutes proportions gardées, de propriétés absolument identiques à celles que l'on retrouve dans les faisceaux radioactifs, qui ne sont d'ailleurs eux-mêmes que ceux du faisceau des tubes à rayons cathodiques.

Le faisceau de rayons N_1 se comporte absolument (comme on peut s'en assurer par ses déviations dans le champ magnétique), comme les rayons β ou comme les rayons provenant directement de la cathode ou des corps chargés négativement.

Le faisceau N_1 se comporte comme les rayons α, ou anodiques ou les corps chargés positivement.

Enfin il se trouve un troisième faisceau, que j'appelle N_2, non dévié par l'aimant, correspondant à γ et aux rayons X, c'est-à-dire des vibrations lumineuses longitudinales.

Dans les substances radioactives, nous avons vu l'existence du triple faisceau α, β, γ, plus ou moins accentué; et nous savons qu'au contact immédiat de ces substances la charge est positive, tandis que sur les corps environnants ils déterminaient une charge négative, la première étant la source des rayons α peu pénétrants, la deuxième celle des rayons β, très pénétrants, au contraire.

Ce n'est pas seulement une identité de propriété que l'on peut observer, mais en approfondissant l'étude comparative et des rayons N, N_1 et N_2 et des faisceaux de substances dites radioactives et des faisceaux des tubes à basse pression (Crookes, Röntgen), on voit qu'il existe un rapport absolument intime entre ces diverses sortes de radiation.

Le faisceau N provient de toute source calorique, ou radiante, il surexcite la phosphorescence, les faisceaux cathodiques ou β se traduisent de même par la phosphorescence et l'échauffement des corps rencontrés; partout où il y a volatilisation, changement d'un état à un état moins dense, expansion, volatilisation, on les retrouve et réciproquement s'ils proviennent d'une source suffisamment puissante, ces rayons sont accompagnés des mêmes phénomènes.

Le faisceau N_1 est absolument l'antagoniste du précédent, inutile d'insister.

Nous pourrions déjà conclure en faveur de l'unification des forces physiques. Mais comme le monde est d'un scepticisme tel qu'il préfère juger expérimentalement que de croire sur parole que la terre tourne, nous examinerons encore quelques propriétés des radiations qui nous occupent.

Je veux parler tout d'abord des prétendues inductions et emmagasinements; terme correspondant bien à une idée propre à induire en erreur celui qui n'a pas eu l'occasion de vérifier.

Quand il a été question du radium, on a reconnu que ses propriétés étaient dues à l'évaporation métallique, c'est-à-dire à la transformation de radium en hélium, tout comme s'il s'agissait d'ozone se transformant en oxygène et quand il a été question des substances radioactives on a parlé beaucoup de radioactivité induite et emmagasinée. En réalité il n'y avait là qu'un phénomène d'évaporation métallique (ionisation d'après les théories anglaises); cette évaporation ou volatilisation était la source de la dilatation capable de briser les tubes scellés contenant lesdites substances; elle était la cause de la chaleur produite, elle était l'origine de l'électricité négative déterminée sur les substances avoisinantes. Cette évaporation se déposait sur les corps rencontrés et s'écoulait tout naturellement par les tubes, en un mot se transvasait et rendait radioactifs, c'est-à-dire phosphorescents, ces corps : l'induction n'était pas autre chose; et l'emmagasinement pas davantage.

Pour ce qui est des radiations Nièmes il y a une distinction importante à faire, il ne s'agit pas en l'occurence d'une émanation, mais de l'impulsion ou du mouvement vibratoire.

Une surface électrisée se trouve dans un état semblable, il y a tension, impulsion, mouvement, mais il n'y a pas toujours transport de parcelles des électrodes ou du milieu ambiant.

Rayons N et N_1 correspondent à un mouvement vibratoire ou impulsif et leur direction consiste en une excitation ou mise en mouvement correspondant, dans les corps que l'on prétend induits ou ayant emmagasiné ces radiations, tandis que dans les rayons β et α il y a des parcelles, particules (ou ions) c'est-à-dire de la substance volatilisée et c'est cette substance qui produit les radiations qu'on attribue à une induction ou emmagasinement.

Voici quelques exemples : une lentille d'aluminium donne encore des radiations 24 heures après avoir été soumise à une source de radiation; le verre également, de même que l'eau salée, etc. Cette excitation moléculaire persiste, mais momentanément cependant; mais qu'est-ce que relativement à l'acier qui par le trouble moléculaire apporté par la fonte du fer sous l'action du carbone, reste actif en rayons N, aussi longtemps qu'il reste acier?

Peut-on encore en présence de cet exemple nier

que l'atome soit en mouvement? Ah! philosophes qui niez l'éther et les tourbillons atomiques, parce qu'ils sont invisibles et animés de mouvements trop rapides, pouvez-vous donner une autre explication de ce fait, qu'une vieille lame d'acier toute rouillée est un foyer de radiations, capable de modifier la phosphorescence, etc.?

Pour être complet, il nous faudrait examiner la pénétration des rayons N et N_1, et la transparence et l'opacité des différentes substances.

En général les métaux conduisent bien les rayons N et N_1, c'est-à-dire qu'ils transmettent, suivant leur plus ou moins d'élasticité moléculaire, les vibrations reçues; il va sans dire cependant qu'il n'y a pas correspondance complète entre la conductibilité pour la chaleur, l'électricité, la radioactivité, le son, les rayons N, etc. Ces différentes radiations n'ont ni la même vitesse, ni la même force radiomotrice; en d'autres termes elles n'ont pas la même longueur d'ondes, et leur conductibilité dépend de multiples facteurs secondaires que l'on ne peut traiter qu'avec des mesures d'extrême précision.

Cependant il y a un lien commun entre ces diverses radiations, ce lien c'est le mouvement moléculaire. Ne le voyons-nous pas à la base de tous les phénomènes? Et pour définir enfin ce que sont ces rayons N et N_1 ne voyons-nous pas qu'il s'agit dans les rayons N d'une surexcitation vibratoire moléculaire, d'où la phosphorescence; d'où aussi pour produire des rayons N la nécessité d'une source vibrante, d'un foyer de mouvement ou de chaleur; tandis que dans les rayons N_1 nous voyons au contraire une atténuation du mouvement, un ralentissement, tout comme à la source de ces mêmes radiations,

On peut donc définir les rayons N et N_1 les directions suivant lesquelles *se propagent* des mouvements d'expansion ou d'impulsion portant des molécules d'un corps siège de rayons N ou inversement les directions suivant lesquelles *aboutissent* ces mêmes mouvements s'il s'agit de rayons N_1; ce que l'on peut encore exprimer en disant que les corps siège de rayons N_1 sont dans un état où s'amortissent les mouvements vibratoires ambiants ou bien encore sont des sièges de contraction ou de condensation.

Il se passe quelque chose d'identique, respectivement, dans les corps électrisés négativement et positivement, avec cette nuance qu'il ne s'agit pas ici de vibrations ou de mouvements relativement lents et à ondulations étendues, mais d'une énergie et d'une vitesse considérables.

Albert BREYDEL.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LES INSTRUMENTS DE MESURE A LECTURE DIRECTE

(*Suite*) (1).

M. W. A. Price, après avoir rappelé que M. Crompton avait donné aux ingénieurs la possibilité de vérifier, à l'aide d'instruments étalons, l'exactitude des ampèremètres et des voltmètres en service sur les tableaux de distribution, fait remarquer qu'il était naturel que l'on facilitât à ces ingénieurs les moyens de remettre en bon état les instruments défectueux.

Cette partie du problème, purement mécanique, peut être résolue de différentes manières. Parmi les dispositifs imaginés à cet effet, il est intéressant de donner quelques détails sur la solution adoptée par M. le colonel Crompton, en ce qui concerne les instruments à bobine mobile, solution appliquée aux instruments qu'il construit dans ses usines de Chelmsford.

Dans l'espace circulaire qui se trouve ménagé entre les pièces polaires de l'aimant permanent est placé l'ensemble de l'équipage mobile constitué par le noyau de fer doux, la bobine mobile, le ressort spiral et l'aiguille indicatrice. La bobine mobile est reliée aux bornes de l'instrument, non par l'intermédiaire de ressorts spiraux, mais par des balais flexibles en argent B B (fig. 3). Des goupilles en bronze A A servent à assurer à cet ensemble une position fixe à l'intérieur de l'alésage polaire. La figure 4 est une vue en plan de cet ensemble. L'anneau mobile B porte une pièce A à laquelle est fixée une des extrémités de l'unique ressort spiral, tandis que l'extrémité opposée est attachée à l'axe du cadre de la bobine mobile. En outre, le ressort spiral passe dans un petit trou ménagé à l'extrémité d'une petite tige que porte un ressort circulaire mobile. Comme on le voit, on n'a, avec ce dispositif, à se préoccuper uniquement que des qualités élastiques du ressort puisqu'il n'est pas utilisé comme conducteur de courant; il suffit, par suite, d'un seul ressort pour constituer le couple antagoniste. En ce qui concerne les balais servant à amener le courant à la bobine mobile, leur résistance électrique peut être très petite.

Grâce à ce mode de construction, on peut facilement amener l'aiguille au zéro de la graduation en faisant tourner l'anneau mobile B et cela sans modifier le réglage de l'instrument. Quant au réglage lui-même, on peut l'effectuer, lorsque cela est nécessaire, au moyen du ressort circulaire mobile qui permet de faire varier la longueur utile du ressort spiral.

La figure 5 donne une coupe transversale de cet

(1) Voir l'*Electricien*, n° 723, p. 296; n° 724, p. 310 n° 725, p. 329, n° 726, p. 343 et n° 727, p. 362.

ensemble. C C est la bobine mobile reliée au circuit par l'intermédiaire des deux balais en argent G ; son cadre en cuivre est porté par deux pivots D D. A A sont les deux extrémités de l'aimant permanent, B B les pièces polaires et F l'anneau mobile auquel est fixée l'extrémité du ressort spiral, H le noyau en fer doux.

Le pivot inférieur D est soumis à l'action d'un ressort en boudin qui tend à le pousser en dehors de son logement lorsqu'on desserre une vis latérale qui sert ainsi à régler la position de ce pivot.

Pour régler l'instrument, il suffit d'enlever une petite glace servant de couvercle pour avoir accès à l'anneau mobile; il n'est donc pas nécessaire de démonter l'instrument ni de toucher aux connexions électriques.

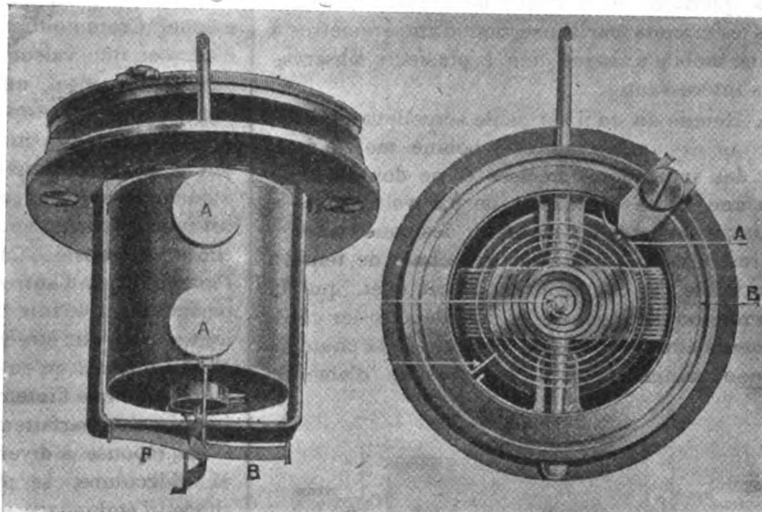


Fig. 3 et 4.

Toutes les pièces sont interchangeables dans ces instruments.

Tous les shunts d'ampèremètres sont étalonnés pour produire une chute de potentiel de 0,075 volt à pleine charge. Ils sont établis en manganin.

Quant aux voltmètres, leurs résistances supplémentaires sont établies pour qu'il ne passe dans l'instrument qu'un courant dont l'intensité est au maximum de 0,015 ampère.

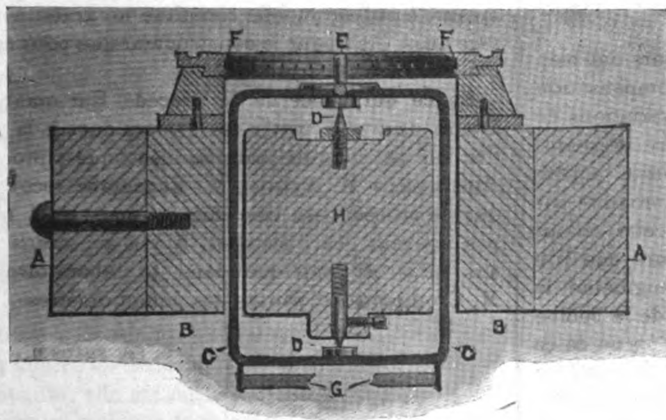


Fig. 5.

Pour vérifier les ampèremètres, il suffit d'appliquer aux bornes un courant de tension égale à 0,075 volt et aux bornes d'un voltmètre un courant de 15 milliampères pour s'assurer, une fois le réglage du zéro effectué, que l'instrument est exact. Lorqu'on constate une inexactitude, il suffit de régler la longueur du ressort spiral.

M. Rennie constate avec satisfaction l'appréciation favorable, portée par les auteurs, sur les instruments à bobine mobile. Toutefois, il fait remarquer qu'il eût été désirable que des détails plus complets aient été fournis en ce qui concerne les shunts qui, à son avis, constituent l'un des organes importants de ces instruments. Après avoir rappelé que M. le colonel Crompton avait insisté sur la nécessité qu'il y avait de procéder à de fréquents étalonnages des instruments de mesure, M. Rennie dit qu'il serait également très utile d'étalonner les shunts.

M. Aryton fait connaître que l'effet thermoélectrique qui se produit dans les shunts lorsqu'on mesure des courants de grande intensité lui a causé beaucoup d'ennuis. J'avais, dit-il, à effectuer des essais sur des câbles avec des courants ayant une intensité de plusieurs milliers d'ampères. Les câbles étaient reliés aux extrémités du shunt, tandis que les connexions du galvanomètre étaient assurées avec un petit fil. MM. Hartmann et Braun m'ont permis d'éviter toute difficulté, grâce l'ingénieux dispositif qu'ils ont imaginé et qui est le suivant : K est un shunt en constantan (fig 6); C_1 et C_2 sont des blocs de cuivre formant les extrémités du shunt; c_1 et c_2 sont les conducteurs servant à amener le courant au shunt. Au lieu d'attacher les fils conducteurs qui relient le shunt au galvanomètre directement à C_1 et C_2, c'est-à-dire aux extrémités du shunt qui peuvent se trouver inéga-

lement chauffées et, par suite, donnent naissance à une force électromotrice, on fixe les conducteurs du galvanomètre aux bornes du shunt par l'intermédiaire de fils de constantan k_1 et k_2 respectivement reliés aux extrémités C_1 et C_2.

La question de la chute de tension produite dans les circuits par l'insertion d'ampèremètres à bobine mobile a donné lieu à plusieurs observations intéressantes.

M. Rennie dit qu'il est facile actuellement de se procurer des ampèremètres à bobine mobile donnant des indications précises et ne donnant lieu qu'à une chute de tension de 0,1 volt; mais il serait très avantageux d'obtenir des constructeurs des instruments produisant une chute de tension plus faible. Il conviendrait, à cet effet, que la commission d'étalonnage s'entende avec les constructeurs afin de se rendre compte de la chute de tension minimum qu'il est possible d'obtenir.

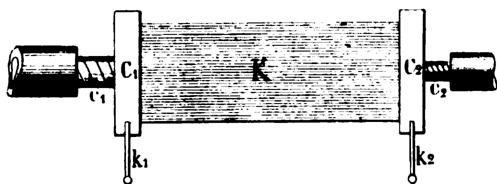


Fig. 6.

M. Rennie estime que l'on peut abaisser cette chute de tension jusqu'à $\frac{1}{20}$ de volt et que, si le fait est reconnu exact, il faudrait établir les shunts en conséquence.

M. Albert Campbell dit que les auteurs ont bien voulu mentionner son système de compensation destiné à éviter les erreurs dues aux variations de température et, qu'à ce sujet, il désire présenter quelques observations. M. Rennie, dit-il, a proprosé de réduire la chute de tension produite par les shunts des ampèremètres; mais cette réduction présente cette difficulté qu'à mesure que l'on diminue la chute de tension, on augmente le coefficient de température du circuit de la bobine mobile, car il faut qu'une plus grande partie de ce circuit soit établie avec du cuivre. Or, le système de compensation précité, tel qu'il est actuellement construit, rend négligeable l'erreur due aux variations de température, lorsque la chute de tension atteint 0,075 volt.

M. Nalder fait observer qu'il serait utile de soulever la question d'une chute de tension étalon en ce qui concerne les ampèremètres à bobine mobile. M. Edgcumbe a indiqué, je crois, comme valeur de la chute de tension, 0,08 volt et M. Price 0,075 volt; la différence entre les deux est peu sensible. M. Weston avait adopté autrefois la valeur 0,03 volt; il faut en déduire que le coefficient de température dans l'instrument était assez élevé. Naturellement, en admettant une chute de potentiel plus grande et avec le degré de contrôle plus étendu qui en résulte, on trouve un avantage sensible malgré l'augmentation de puissance consommée par l'instrument.

M. Duddell dit que M. Price ainsi que M. le colonel Crompton ont insisté sur la nécessité d'adopter une valeur normale de la chute de tension. C'est, dit-il, une pratique très recommandable qui est du reste appliquée par la plupart des constructeurs du continent. Il cite, à l'appui de ce fait, l'ampèremètre étalon qui lui a été fourni, il y a quelques années, par MM. Hartmann et Braun; cet instrument est non seulement étalonné pour la chute de tension, mais aussi également pour l'intensité; en d'autres termes, il a une résistance parfaitement définie. M. Duddell ajoute que l'étalonnage devrait être poussé plus loin que l'indique M. Crompton et qu'en étalonnant aussi bien la chute de tension que l'intensité, on pourrait obtenir des instruments parfaitement interchangeables.

En réponse à diverses observations présentées, M. Edgcumbe, se plaît à constater que la méthode d'étalonnage décrite par M. le colonel Crompton et par M. Price est extrêmement ingénieuse et constitue un réel progrès. La nouveauté de cette méthode réside surtout dans ce fait que le ressort antagoniste est utilisé comme moyen de réglage, alors que le procédé le plus usuel consiste à effectuer le réglage au moyen d'un shunt magnétique. Du reste, les deux méthodes sont également bonnes, car on peut faire varier le shunt magnétique dans les plus larges limites. L'application d'un dispositif de réglage aux instruments de mesure à bobine mobile constitue un grand avantage aussi bien pour le constructeur que pour celui qui utilise ces instruments.

En ce qui concerne le procédé Hartmann et Braun destiné à éviter les erreurs dues à la production de courants thermo-électriques, procédé dont a parlé M. Ayrton, M. Edgcumbe reconnaît que le procédé est très efficace, mais qu'il n'est pas nouveau, car, paraît-il, il y a au moins dix ans qu'il est appliqué dans le laboratoire de M. Crompton aux shunts des potentiomètres.

(A suivre).

PROGRÈS RÉCENTS EN ÉLECTROCHIMIE

par Bertram BLOUNT.

(*Suite*) (1).

M. Titus Ulke, dans un mémoire publié récemment dans *Electro Chemical Industry* de Phi-

(1) Voir l'*Electricien*, n° 725, p. 325.

ladelphie a donné une excellente analyse des différents essais faits en vue de l'extraction du nickel par les procédés électrolytiques.

La première tentative sérieuse dans cette voie semble avoir été faite par MM. Vivian de Swansea, qui employaient l'alliage cuivre-nickel, obtenu avec le minerai de Sudbury. L'alliage contenant environ 40 0/0 de nickel et 60 0/0 de cuivre était fondu en plaques qui étaient employées comme anodes dans un électrolyte de sulfate de cuivre acide; la densité de courant employée était de 1 ampère par décimètre carré. On cherchait à dissoudre à la fois le cuivre et le nickel, mais à déposer seulement le cuivre, le nickel étant ensuite obtenu de son sulfate par procédés chimiques. Le procédé fut abandonné, parce qu'on ne parvenait pas à récupérer tout le cuivre. A mesure que l'électrolyte s'appauvrissait en cuivre, ce métal se déposait de plus en plus mal et, finalement, on l'obtenait à l'état spongieux; on ne parvenait pas à supprimer cet accident en réduisant la densité du courant, et les dernières portions de cuivre devaient être séparées par précipitation à l'aide de l'hydrogène sulfuré. Cette double opération chimique et électrolytique était onéreuse et, de plus, la partie de cuivre déposé à l'état spongieux pouvait contenir des impuretés, de telle sorte qu'on se résolut à faire la séparation en traitant l'alliage par des solutions acides et en profitant de la différence de solubilité des deux métaux.

En 1894, une autre tentative fut faite aux usines Balbach à Newark, New-Jersey. Autant que j'ai pu m'en informer, il s'agissait d'un affinage et non d'extraction; les électrodes contenaient 94 à 97 0/0 de nickel. Le procédé fut abandonné en 1900, probablement par suite de surproduction.

A Cleveland, Ohio, la Canadian Copper a essayé de séparer le nickel du cuivre. Le procédé employé était celui de M. D.-A.-L. Browne, dont j'emprunte la description au docteur Haber. C'est un procédé beaucoup plus intéressant que les précédents et qui mérite de fixer l'attention. La matte de cuivre-nickel est grillée et les oxydes sont réduits en un métal contenant 54 0/0 de cuivre, 43 0/0 de nickel, un peu de fer et quelques résidus sulfurés. La moitié de la quantité totale du métal est coulée en anodes, l'autre moitié est réduite en grenaille; elle est destinée à préparer l'électrolyte qui est un mélange de chlorures de nickel, de cuivre, de fer et de sodium. Cet électrolyte circule dans les cuves électrolytiques; le cuivre et le nickel se dissolvent sur les anodes et le cuivre seul est déposé sur les cathodes formées de feuilles minces de cuivre. Le dépôt de cuivre n'est pas très dense, mais il a cependant suffisamment de cohésion pour être manipulé. Il est ensuite fondu et donne un bon cuivre marchand On comprend aisément que par ce procédé l'argent reste sur les anodes. La proportion du cuivre au nickel est de 1 à 80; le cuivre qui n'a pas été dissous est précipité sous forme de sulfure. Le fer est séparé à l'aide de soude caustique et de chlore. La solution de chlorure de nickel purifiée, mélangé de chlorure de sodium, est évaporée. Le chlorure de sodium est séparé par cristallisation et la solution de chlorure de nickel traitée électrolytiquement; la solution appauvrie est concentrée de nouveau par évaporation. Les cuves électrolytiques contiennent des cathodes de nickel et des anodes de graphite qui sont placées dans des cylindres en terre, de façon à pouvoir récupérer le chlore qui se dégage à la surface des anodes. On emploie ce chlore pour attaquer les grenailles d'alliage cuivre-nickel, dont nous avons parlé plus haut. A cet effet, on le dirige dans la tour où se fabrique la grenaille et on envoie de l'eau en même temps dans cette tour; le chlorure de sodium est obtenu par évaporation, comme il est dit plus haut. On réserve un peu de chlore pour préparer l'acide chlorhydrique nécessaire pour remplacer celui qui est absorbé sous forme de chlorure de sodium, quand on précipite le fer et les résidus de cuivre par la soude caustique et le sulfure de sodium. Le nickel obtenu par ce procédé est de qualité excellente; il contient 99, 85 0/0 de métal pur; les impuretés sont constituées par du fer et du cuivre.

On remarquera qu'en ce qui concerne l'électrolyse du nickel à partir du chlorure, le procédé présente une grande analogie avec l'obtention du zinc par le procédé Hoeppner. Pour que le procédé soit absolument industriel, il faudrait obtenir le chlorure de nickel de son oxyde en employant un chlorure bon marché, tel que le chlorure de calcium.

Le procédé Frash essayé à Hamilton, Ontario, consiste dans la dissolution d'une matte cuivre-nickel par le chlore, produit dans l'anode cloisonné d'un élément où on électrolyse du chlorure de sodium. On ne résout pas ainsi la difficulté, qui consiste à séparer le cuivre du nickel et on introduit la complication d'une dissolution électrolytique. Le procédé de traitement du cuivre de Hoeppner a aussi été appliqué sans grand succès aux mattes cuivre-nickel et aux minerais.

Une méthode due à M. Ulke a été choisie par les Consolidated Lake Superior Companies à Sault Sainte-Marie; les plans et devis sont basés sur une production journalière de 75 tonnes de cuivre et 7,5 tonnes de nickel. Les anodes sont préparées en fondant un mélange de minerais du Lac Supérieur et de Sudbury; ce mélange contient 88 0/0 de cuivre et 8,8 0/0 de nickel. Le procédé de séparation des deux métaux n'est pas indiqué. Le nickel obtenu sous forme de sulfate est réduit; puis on le redissout et l'affine en électrolysant la solution de sulfate. Le procédé électrolytique qui est décrit rappelle l'une des méthodes de Lamprière.

A mon avis, la réduction du nickel est difficile. Ce métal classé entre le cuivre et le fer se compor-

tant tantôt comme l'un, tantôt comme l'autre. On obtient assez facilement une matte cuivre-nickel dont la réduction est simple et peu coûteuse. Je pense qu'il serait rémunérateur de faire un alliage de cuivre pur et nickel et de l'affiner électrolytiquement. L'électrolyte devra être assez acide pour que les anodes se dissolvent complètement et que seul le cuivre soit déposé. La difficulté qu'ont rencontrée MM. Vivian ne semble pas insurmontable. La solution après dépôt du cuivre contiendra le nickel et les impuretés. J'abandonnerais les procédés électrolytiques à ce moment et ferais par procédés chimiques la réduction de l'électrolyte pour en tirer le nickel. Si le nickel ainsi obtenu est trop impur, il pourrait alors être affiné par électrolyse, ce qui est facile.

Le plomb est un métal dont la préparation ou l'affinage peuvent être entrepris par l'électrolyse. Cependant, je doute personnellement qu'il soit avantageux de recourir à ce procédé, parce que les méthodes actuelles sont très simples, très efficaces et peu coûteuses. Ici, il n'y a aucune difficulté à surmonter en employant les procédés chimiques et aucun espoir d'abaisser le prix de revient. Néanmoins, je vais décrire ici les procédés de traitement électrolytique des minerais de plomb que l'on a cru intéressant de préconiser ou d'appliquer.

La Electrical Reduction Company de Niagara Falls exploite une méthode de réduction de la galène. Lors de ma visite à cette usine en 1902, l'appareil employé consistait en une série d'augets peu profonds en plomb antimonié empilés les uns sur les autres et isolés par des feuilles de caoutchouc. Chaque auget contenait de la galène brute. La série des augets était montée en tension, le fond de chacun d'eux constituant l'anode et la galène la cathode. On employait comme électrolyte l'acide sulfurique. Par ce procédé, on réduit la galène en plomb spongieux qui est ensuite lavé pour en séparer la gangue et ensuite trasformé en litharge. Le soufre de la galène se dégage sous forme d'hydrogène sulfuré qui, à ce moment, était simplement brûlé. En supposant que ce procédé d'extraction donne de bons résultats, il serait facile de récupérer le soufre. L'installation était prévue pour une production journalière de 10 tonnes de plomb.

L'affinage du plomb par les méthodes ordinaires de voie sèche telles que celles de Pattinson et de Parkes sont si parfaites aujourd'hui qu'il est difficile d'obtenir par des procédés électrolytiques un métal de plus grande pureté. Lorsqu'on se rappelle que le plomb ordinaire contient 99,9 0/0 de métal pur, on voit qu'il y a bien peu de perfectionnements à espérer. Par contre, on peut admettre que la voie humide serait plus économique et, dans cet espoir, M. Botts a imaginé un intéressant procédé qui a été adopté par la Canadian Smelting Works, à Trail.

A cette usine, il y a 28 bacs ayant chacun 2,15 m × 75 cm × 105 cm qui contiennent 22 paires d'électrodes. Les anodes sont en plomb, riche en métaux précieux, contenant à la tonne 8 400 gr d'argent et 25 gr d'or. L'électrolyte est du fluosilicate de plomb préparé en faisant barbotter de l'acide fluorhydrique dans un bac rempli de quartz, puis en faisant digérer du plomb dans l'acide hydrofluosilicique ainsi formé. Le principal avantage du fluosilicate de plomb est sa grande solubilité et ce fait qu'il permet de déposer le plomb à l'état compact à condition d'ajouter, dans la solution saturée à électrolyser, de la gélatine. Le rôle de la gélatine est ici très obscur; mais quand l'électrolyte n'en contient pas, on obtient du plomb arborescent. Les métaux précieux restent sur l'anode et les métaux communs sont dissous et ne viennent pas sur les cathodes. En pratique, l'argent reste dans les boues de l'anode et il n'y a qu'une petite quantité de métaux communs. Si le cheval-an coûte 150 fr, la dépense pour affiner une tonne de plomb s'élève à 3,30 fr et, en tenant compte des autres déboursés, on atteint le même prix de revient que par le procédé Parker. Je ne pense pas qu'il soit facile de comparer ainsi en bloc le coût des deux procédés; il faudrait examiner en détail les dépenses inhérentes à chacun d'eux.

J'ai tout lieu de supposer que les méthodes électrolytiques de préparation et d'affinage du plomb seront abandonnées d'ici quelques années.

Traduit du Journal *of the Society of arts*, par A. Bainville.

JURISPRUDENCE

Le Conseil d'Etat et l'éclairage électrique des villes : application d'une clause d'un traité de gaz, réservant à l'administration municipale le droit de concéder toute autorisation pour l'établissement d'un mode d'éclairage autre que le gaz, à l'éclairage public; arrêté du 6 mai 1904 (ville de Perpignan).

Les clauses de traités de concessions d'éclairage au gaz réservant à l'administration municipale le droit de faire profiter les habitants des avantages d'un nouveau mode d'éclairage, tel que l'électricité, par exemple, varient beaucoup suivant les cahiers des charges. C'est ainsi que certaines assurent à la ville le droit d'obliger la compagnie concessionnaire de l'éclairage au gaz à faire l'application du nouveau système, à condition, toutefois, qu'il puisse en résulter une certaine économie ou encore certains avantages sur l'emploi de l'ancien système; d'autres stipulations réservent à l'administration municipale la faculté de concéder toutes autorisations pour l'établissement du

nouveau mode d'éclairage, sauf à accorder, à conditions égales, la préférence à la compagnie du gaz; d'autres clauses, enfin, tout en réservant à l'administration municipale cette même faculté, ne prévoient pas spécialement un droit de préférence quelconque au profit de la compagnie concessionnaire de l'éclairage au gaz.

La jurisprudence du Conseil d'Etat considère généralement les clauses des deux premiers genres comme s'appliquant, en l'absence de distinction spéciale, aussi bien à l'éclairage public qu'à l'éclairage privé. Mais, quant aux clauses du dernier genre, ne réservant, en apparence tout au moins, aucun droit spécial au profit de la compagnie concessionnaire de l'éclairage au gaz, on les regardait comme ne pouvant s'appliquer qu'à l'éclairage des particuliers, la ville se trouvant obligée de continuer l'exécution de son contrat d'éclairage au gaz pour l'éclairage public jusqu'à l'expiration du traité du gaz. Pour les interpréter ainsi, on se basait sur un arrêt rendu le 19 mars 1897 dans un procès intenté par le concessionnaire du gaz de Melun à la ville, qui, non contente d'avoir donné à une société d'électricité des autorisations lui permettant de distribuer l'éclairage électrique aux particuliers, s'était en outre adressée à cette société pour la fourniture d'une partie de son éclairage public. Cet arrêt du Conseil d'Etat avait, en effet, décidé notamment : « Que la ville avait pris vis-à-vis de son contractant des engagements qui devaient persister pendant toute la durée de la concession..., et que, dans ces conditions, l'article 7 n'avait eu d'autre but que de réserver à la ville de Melun la faculté d'accorder des autorisations de voirie nécessaires à l'établissement de tout nouveau système d'éclairage et de lui permettre d'en faire bénéficier les particuliers, sans lui donner le droit de priver le sieur Foucard de la fourniture de l'éclairage public. »

A l'époque où a été rendue cette décision, les partisans de l'éclairage électrique avaient vivement critiqué l'interprétation du Conseil d'Etat qui aboutissait, disaient-ils, à la condamnation des villes, qui, comme Melun, avaient cru se réserver toute liberté pour l'application d'un nouveau mode d'éclairage, à l'éclairage au gaz à perpétuité du moins pour l'éclairage public, les particuliers ayant seuls la faculté de profiter des avantages de l'électricité.

Mais voici que le Conseil d'Etat vient de rendre, à la date du 6 mai 1904, dans l'affaire de Perpignan, un arrêt qui semble indiquer, de sa part, un revirement favorable à l'extension à l'éclairage public du droit réservé à l'administration municipale, par une stipulation spéciale, de concéder toutes autorisations pour l'établissement d'un nouveau système, sans indemnité pour la Compagnie du gaz; toutefois, d'après l'arrêt, ce droit, en ce qui concerne du moins l'éclairage public, ne pourrait être exercé par l'administration qu'après que celle-ci aurait provoqué l'offre de la Compagnie d'assurer elle-même le service de l'éclairage public aux conditions obtenues par la ville des tiers à qui elle a concédé les autorisations pour la distribution de l'électricité.

Et pourtant la clause litigieuse du traité du gaz de Perpignan (art. 6) offrait une rédaction presque semblable à celle de l'article 7 du Traité du gaz de Melun qui avait paru être interprétée par le Conseil d'Etat, comme restreignant à l'usage des particuliers seuls l'application de l'éclairage électrique. En effet l'article 7 du Traité du gaz de Melun était ainsi conçu :

« En cas de découverte d'un nouveau mode d'éclairage, l'administration aura le droit d'accorder, sans être tenue à aucune indemnité, toute autorisation nécessaire à l'établissement du nouveau système d'éclairage. »

Et voici maintenant le texte de l'article 6 du Traité de Perpignan :

« En cas de découverte d'un mode d'éclairage autre que par le gaz et plus avantageux, l'administration municipale aura le droit de concéder à la Compagnie concessionnaire, ou à toute autre, toute autorisation nécessaire pour l'établissement du nouveau système d'éclairage sans être tenue à aucune indemnité. »

La Compagnie du gaz de Perpignan avait si bien considéré l'article 6 de son traité comme analogue et de même portée que l'article 7 du Traité de Melun, que, sans se plaindre nullement des autorisations accordées par la Ville à la Société d'Electricité pour l'éclairage des particuliers, elle réclamait une indemnité seulement pour le préjudice que lui avait causé la Ville du fait de la concession de l'éclairage public à la Société concurrente. Pareillement le Conseil de Préfecture, tout en reconnaissant à l'administration municipale, le droit de délivrer à la Société nouvelle des autorisations de voirie nécessaires, pour mettre à la disposition des habitants le mode d'éclairage nouveau, avait décidé, d'autre part, s'inspirant évidemment de la jurisprudence du Conseil d'Etat dans l'affaire de Melun, que l'engagement pris par la Ville de réserver à la Compagnie du gaz le service de l'éclairage public devait être observé jusqu'à la fin de la concession, et qu'en conséquence la Ville de Perpignan devait une indemnité à la Compagnie à raison du préjudice qu'elle lui avait causé en concédant à la Société d'Electricité le service de l'éclairage public.

C'est donc, généralement, avec une certaine surprise qu'a été accueillie la décision suivante, rendue, à la date du 6 mai 1904, par le Conseil d'Etat, dans cette affaire :

Le Conseil d'Etat, statuant au Contentieux,
Vu....., etc.

Considérant que le paragraphe final de l'art. 6 du traité du 25 novembre 1869 stipule qu' « en cas de

découverte d'un mode d'éclairage autre que par le gaz et plus avantageux, l'Administration municipale se réserve le droit de concéder à la Compagnie concessionnaire ou à toute autre toute autorisation nécessaire pour l'établissement du nouveau système d'éclairage sans être tenue à aucune indemnité », que cette stipulation, ne faisant pas de distinction entre l'éclairage public et celui des particuliers, s'applique également à l'un et à l'autre, que, par suite, la Ville est fondée à soutenir qu'elle a le droit d'assurer l'éclairage public au moyen de l'électricité.

Mais considérant qu'elle ne pouvait exercer ce droit qu'après avoir établi, conformément aux termes du paragraphe précité, que le nouveau mode d'éclairage est plus avantageux, et qu'après avoir provoqué l'offre de la Compagnie d'assurer elle-même le service de l'éclairage public, aux conditions obtenues par la Ville des tiers à qui elle a concédé les autorisations nécessaires;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que la Ville n'a pas rempli la double obligation que la stipulation par elle invoquée met à sa charge; que la réserve stipulée en sa faveur dans l'article 6 n'impliquant pas la réalisation de son contrat avec la Compagnie, elle est tenue de réparer le préjudice qu'elle a pu causer ainsi à cette dernière et qu'il y a lieu de modifier la mission donnée aux experts par l'arrêté attaqué et de les charger de vérifier l'existence de ce préjudice et, le cas échéant, d'en rechercher l'étendue à l'effet d'évaluer le montant de l'indemnité due à la Compagnie.

Décide :

Art. 1er. — Aux lieu et place de la mission donnée aux experts par l'arrêté attaqué, ceux-ci auront uniquement à vérifier l'existence du préjudice pouvant résulter pour la Compagnie de l'inexécution par la Ville des deux conditions mises à l'exercice du droit qu'elle s'est réservé par le paragraphe final de l'art. 6 du traité de 1869; — en conséquence, ils devront, s'il y a lieu, rechercher l'étendue du préjudice dont il s'agit et évaluer l'indemnité due à la Compagnie.

Art. 2. — Les parties sont renvoyées devant le Conseil de préfecture pour être statué ce qu'il appartiendra après l'expertise ordonnée dans les termes ci-dessus.

Art. 3. — L'arrêté attaqué est réformé en ce qu'il a de contraire aux dispositions qui précèdent.

Art. 4. — Chacune des deux parties supportera les dépens par elle exposés devant le Conseil d'Etat.

Art. 5. — Expédition de la présente décision sera transmise au ministre de l'Intérieur.

Voilà donc la ville de Perpignan condamnée à indemniser la Compagnie du gaz, non pas, à proprement parler, pour avoir assuré le service de l'éclairage public par l'électricité, — l'arrêt lui en reconnait formellement le droit, tout au moins à titre éventuel, — mais pour avoir usé prématurément de son droit, de concéder le service de l'éclairage public par le nouveau système, sans avoir *préalablement* établi que l'éclairage électrique était plus avantageux que le gaz, ni provoqué l'offre de la Compagnie concessionnaire, « d'assurer elle-même le service de l'éclairage public aux conditions obtenues par la ville du tiers à qui elle a concédé les autorisations nécessaires ».

C'est dans cette reconnaissance formelle du droit, pour la ville de Perpignan, d'assurer le service de l'éclairage public au moyen de l'électricité, — sauf les restrictions concernant la preuve à fournir des avantages de l'électricité sur le gaz et l'exercice du droit de préférence de la Compagnie du gaz, — qu'il semble y avoir contradiction entre l'arrêt actuel et l'arrêt rendu le 19 mars 1897 dans l'affaire de Melun.

Mais cette contradiction n'est-elle pas plus apparente que réelle?

Sans doute, l'arrêt du 19 mars 1897 déclare que l'article 7 du traité de Melun, réservant à cette ville le droit d'accorder toute autorisation nécessaire à l'établissement d'un nouveau système d'éclairage, ne pouvait lui avoir donné *le droit de priver le sieur Foucard de la fourniture de l'éclairage public,* mais il ne faut pas négliger d'observer que, de son côté, l'arrêt du 6 mai 1904 ne manque pas, en ce qui concerne la réserve correspondante stipulée dans l'article 6 du traité de Perpignan en faveur de la ville, de dire qu'elle *n'implique pas la résiliation de son contrat avec la Compagnie*, ce qui revient à peu près au même, et, dans ces conditions, il semble bien que le droit reconnu par le Conseil d'Etat à la ville de Perpignan pour l'éclairage public, n'est pas plus inconciliable avec la déclaration du premier arrêt qu'avec celle du second. Ne peut-on considérer, dès lors, l'arrêt du 19 mars 1897 comme ayant visé simplement les torts de la ville, sans mentionner ses droits vis-à-vis de la Compagnie du gaz, tandis que l'arrêt rendu dans l'affaire de Perpignan, plus complet, constate à la fois et ses torts et ses droits?

Or, les droits de la ville, d'après cet arrêt, consistent à pouvoir mettre la Compagnie du gaz en demeure d'assurer le service de l'éclairage public par l'électricité, — pourvu, bien entendu, que la preuve des avantages prévus par la clause de l'article 6 du traité soit apportée, — aux conditions obtenues de l'entrepreneur de l'éclairage électrique, et, ensuite, si la Compagnie s'y refuse, à pouvoir concéder le service du nouvel éclairage audit entrepreneur, car, dans l'esprit de l'arrêt, en accordant cette concession, la ville ne ferait que profiter de la liberté que lui aurait rendue la Compagnie du gaz, dont le refus d'appliquer l'éclairage électrique impliquait sa renonciation au bénéfice de son monopole de fournitures pour le service de l'éclairage public : il n'y aurait donc, en ce cas, ni résiliation du contrat, de la part de la ville, au détriment de la Compagnie du gaz, ni privation de celle-ci du droit de fournir l'éclairage public, mais renonciation de la part de la Compagnie, ce qui est tout différent.

Ainsi, pensons-nous, peut-on interpréter cet arrêt du 6 mai 1904, dans lequel on peut voir, en tous cas, une tendance du Conseil d'État à atténuer, dans une certaine mesure, la rigueur des monopoles d'éclairage public concédés aux Compagnies gazières.

Charles SIREY,
avocat à la Cour de Paris.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 17 OCTOBRE 1904

Pas de communication relative à l'électricité.

SÉANCE DU 24 OCTOBRE 1904

M. G. Lippmann présente une note de M. C. Tissot *sur la période des antennes de différentes formes.*

SÉANCE DU 31 OCTOBRE 1904

M. Léauté présente une note de M. L. Neu *sur un dispositif de sécurité pour canalisations électriques à haute tension* (1).

SÉANCE DU 7 NOVEMBRE 1904

M. H. Becquerel présente une note de M. E. Bose *sur la diffusion rétrograde des électrolytes.*

M. V. Carlheim-Gyllensköld adresse une note ayant pour titre : *Des foudres globulaires.*

SÉANCE DU 14 NOVEMBRE 1904

M. H. Poincaré présente une note de MM. V. Crémieu et L. Malcles relative à des *recherches sur les diélectriques solides.*

M. Mascart présente une note de MM. Paul Langevin et Eugène Bloch *sur la conductibilité des gaz issus d'une flamme.*

M. Balland communique une note *sur le blanchiment des farines par l'électricité.* L'auteur a comparé un échantillon de farine obtenue par les procédés ordinaires et un échantillon de la même farine ayant subi le contact de l'air électrisé. A première vue, cette dernière est incontestablement plus blanche, mais l'odeur et la saveur sont moins agréables. D'après les essais de panification effectués, le pain obtenu avec la farine ayant subi le contact de l'air électrisé est plus blanc, mais moins savoureux. En résumé, le traitement des farines par l'électricité les blanchit en les vieillissant.

SÉANCE DU 21 NOVEMBRE 1904

M. R. Blondlot communique une note intitulée : *Nouvelles expériences sur l'enregistrement photographique de l'action que les rayons N exercent sur une petite étincelle électrique.*

M. H. Moissan présente une note de MM. André Brochet et Joseph Petit intitulée : *Influence de la nature de l'anode sur l'oxydation électrolytique du ferrocyanure de potassium.*

M. A. Breydel adresse une note sur *les dangers pour l'aérostation de l'électricité atmosphérique et les moyens d'y remédier* (Renvoi à la Commission d'aéronautique).

M. Vivier signale un cas de foudre globulaire observé à la Rochelle le 12 septembre 1904.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCE DU 18 NOVEMBRE 1904

Etalon à acétylène, par M. Ch. Féry. — M. Ch. Féry a cherché à réaliser, dans cet étalon, un appareil peu sensible aux variations de longueur de la flamme, dues aux variations possibles de pression du gaz qui l'alimente.

Le gaz acétylène brûle à l'extrémité d'un tube de verre capillaire ou d'un bec en stéatite donnant une flamme cylindrique, longue de 25 mm à 30 mm. L'image de cette flamme est faite en vraie grandeur par une première lentille sur une seconde lentille recouverte d'un écran percé d'une fente horizontale de largeur variable.

La seconde lentille ayant un foyer double de la première, donnerait l'image de cette dernière à l'infini.

Le système fournit donc un faisceau conique de rayons ayant son sommet au centre optique de la seconde lentille et produisant un éclairement uniforme sur la surface du photomètre qui le reçoit.

L'appareil est disposé de manière à utiliser la région de la flamme voisine du tiers de sa hauteur totale; c'est en effet à cet endroit qu'est situé le maximum d'éclat. On conçoit que dans ces conditions une variation de la flamme ne donne qu'une variation beaucoup plus faible du point ayant le maximum d'éclat, et ne produise en conséquence que des changements d'éclairement inappréciables sur l'écran photométrique.

En réalité, si l'on trace la courbe des éclairements obtenus en fonction de la hauteur de la flamme, on voit que cette courbe passe par un maximum, au voisinage duquel l'appareil se montre peu sensible à cette cause de variation.

On se sert d'un volet mobile limitant la largeur de la fente qui couvre la seconde lentille pour ajuster l'étalon, de manière à lui faire donner une fraction connue de Carcel.

Dans des limites assez étendues, l'intensité obtenue est à peu près proportionnelle à la largeur de la fente :

Largeur de la fente.	Intensité lumineuse.
3 mm	0,59 Hefner
4	0,82 —
5	1,09 —
6	1,36 —
7	1,58 —
8	1,80 —
9	1,89 —

Malgré cette faible intensité lumineuse, l'étalon permet de réaliser des éclairements de l'ordre de la Carcel mètre, car étant donnée la petitesse de la surface éclairante, il peut être placé beaucoup plus près du photomètre que la Carcel dont la flamme mesurant 4 cm de hauteur exige, pour que les mesures soient correctes et la loi de l'inverse du carré encore applicable, une distance minimum supérieure à 1 m.

Le débit horaire étant de 7 l, un petit générateur spécial muni d'un gazomètre de 20 l, ou une bombe d'acétylène dissous permet d'alimenter aisément l'étalon pour des expériences de quelque durée.

BIBLIOGRAPHIE

L'électricité à la portée de tout le monde, par G. Claude, 5e édition (22e mille). Un volume format 24 × 16 cm, de 480 pages avec figures. Prix : 7 fr. 50. (Paris, veuve Ch. Dunod, éditeur.)

Le succès sans précédent de l'intéressant livre de M. Claude montre tout l'intérêt que présente pour le

(1) Voir le texte de cette note *l'Electricien*, n° 726, p. 345.

public un ouvrage de vulgarisation bien fait et irréprochable au point de vue scientifique.

L'auteur ne s'est pas arrêté en aussi bon chemin et cette nouvelle édition (la 5e correspondant au 22e mille) comporte trois nouveaux chapitres, comptant plus de 100 pages, dans lesquels M. Claude expose, avec la plus grande clarté, les questions les plus difficiles de la technique électrique et cela en se mettant à la portée de tous les lecteurs sans exception.

La tâche était des plus laborieuses et beaucoup de savants auraient reculé devant une difficulté aussi considérable que celle qui consiste à faire comprendre facilement à des lecteurs, non familiarisés avec les études techniques, les phénomènes de la physique moderne tels que les nouvelles radiations.

Dans le supplément à son livre, intitulé causeries sur le radium et sur les nouvelles radiations, M. Claude nous explique les phénomènes des ondulations hertziennes, des rayons cathodiques, des rayons X et enfin ceux que l'on obtient à l'aide du radium, ce merveilleux corps dû aux travaux et aux recherches de M. et de Mme Curie. L'historique de ces nouvelles conquêtes de la science moderne contribue à rendre la lecture de ce supplément des plus attrayantes et non seulement les gens du monde, mais aussi tous ceux qui s'occupent de science à un titre quelconque liront cet ouvrage avec intérêt et augmenteront sans effort, et l'on peut même dire avec plaisir, la somme de leurs connaissances.

Nous sommes heureux de pouvoir adresser à M. Claude nos plus sincères félicitations pour le travail remarquable qui complète très heureusement son livre primitif. Le succès avec lequel ont été accueillies les premières éditions ne peut que s'accentuer encore et ce sera un succès pleinement justifié.

-oo-

Traité théorique et pratique d'électricité, *à l'usage des élèves des écoles nationales d'Arts et Métiers, des candidats à l'Ecole supérieure d'électricité et à la licence (certificat de physique industrielle)*, par H. Pécheux, professeur de physique et de chimie à l'école nationale d'Arts et Métiers d'Aix, avec notes additionnelles de MM. J. Blondin et E. Néculcea. Préface de M. Violle, membre de l'Institut. Un volume, format 250 × 165 de xx-720 pages avec 789 figures. (Paris, librairie Ch. Delagrave).

Comme le dit M. J. Violle dans sa préface, « ce traité, sans faire double emploi avec aucun autre ouvrage, rendra un utile service dans l'enseignement d'une science qui sollicite à juste titre tant de bons esprits ».

L'ouvrage de M. Pécheux s'adresse plus spécialement à des lecteurs possédant des notions assez étendues de mathématiques, de physique et de chimie générales. Il est, à quelques développements près, la reproduction du cours fait par l'auteur aux élèves de l'Ecole nationale d'arts et métiers d'Aix. Il constitue un ensemble de leçons bien coordonnées, sans cesser d'être un traité aussi complet que possible, tout en demeurant forcément dans les généralités; toutefois, chaque sujet comporte les développements suffisants pour rendre ce traité aussi bien théorique que pratique.

L'ensemble est divisé en trois parties principales : électrostatique, électrodynamique et applications industrielles des courants électriques. On aurait pu, il est vrai, adopter un ordre différent, plus en rapport avec nos connaissances actuelles, mais l'auteur a cru devoir suivre les développements des programmes universitaires afin de faciliter la tâche de ses élèves.

En somme, le livre de M. Pécheux est très complet et l'on y trouve de nombreux renseignements utiles.

CHRONIQUE

La Société Faraday de Londres.

La Société Faraday a ouvert les séances de sa session 1904-1905 le 25 octobre dernier à Londres. Trois rapports ont été examinés. L'un d'eux, présenté par le Dr H.-J. Sand, avait pour titre : « Mesure de potentiel des électrodes dans des liquides en repos, détermination des variations de concentration à la cathode pendant l'électrolyse. » Le Dr Sand déclare que, dans le but de déterminer les potentiels d'électrodes dans des solutions, il a édifié toute une méthode pour la mesure des potentiels d'électrodes dans des liquides en repos. L'appareil qu'il a employé a été établi de manière à ce que l'électrode soit placée rigoureusement horizontale au-dessus ou au fond, selon que l'électrolyte devient plus léger ou plus lourd pendant l'électrolyse. La connexion de l'électrode normale est fixée à environ 3 ou 4 mm en face de l'autre, la résistance entre elles étant trouvée soit par calcul soit directement au moyen d'un pont de Wheatstone disposé par courants alternatifs et comprenant des condensateurs au lieu de résistances. Il réalisa une série d'expériences avec une solution de sulfate de cuivre et obtint des résultats satisfaisants.

Dans le cas de deux réactions, la méthode dont il s'agit peut montrer leur successive production par une brusque rupture dans la courbe du potentiel. Une solution alcoolisée de chlorure de cuivre montre que cette rupture brusque correspond à la réduction du chlorure et à un dépôt de cuivre.

Lorsque des solutions acides de nitrobenzine sont électrolysées, les courbes de potentiel montrent des rétrogressions caractéristiques après un temps déterminé correspondant probablement aux variations d'état de la cathode.

A l'aide d'expériences sur des solutions alcalines de nitrobenzine, une limite inférieure du coefficient de diffusion a été calculée.

Une courte discussion suit le travail de M. Sand et MM. Parkin et Threlfall y prennent part.

Miss Buena Pool présente ensuite une étude intéressante sur une nouvelle source d'extraction de l'aluminium; ce nouveau champ d'exploitation est l'Inde, où des milliers d'hectares sont couverts de dépôts de laterites variant en épaisseur depuis 1 m jusqu'à plusieurs centaines de mètres. Ces laterites, que miss Pool divise en quatre classes distinctes, sont très analogues à la bauxite, l'aluminium y étant présent sous la forme hydratée. D'après des échantillons analysés dans son travail, il résulte que les laterites trouvées dans les couches superficielles ont une ressemblance frappante avec la bauxite; celles des couches inférieures contiennent beaucoup de silice et d'argile. L'auteur en conclut que toutes les bauxites de l'Inde ont tous les caractères nécessaires pour les rendre dignes d'exploitation commerciale et les gisements sont d'une importance

suffisante pour attirer l'attention des électrochimistes anglais. La pureté de ces bauxites, leur facile extraction, leur quantité, etc., en font une source presque parfaite pour la fabrication de l'aluminium.

Dans une discussion, M. Morrisson déclare que les laterites de l'Inde ne peuvent être employées actuellement en Angleterre, car il y a pour ainsi dire surproduction de bauxites françaises, mais à l'occasion on peut évidemment songer à leur extraction et à leur emploi sur place; malheureusement il n'y a pas grandes demandes d'aluminium dans les Indes.

Le dernier travail a été présenté par M. Perkin; il a donné à ce sujet un compte-rendu détaillé de la première partie d'une étude qu'il avait commencée avec M. Sand sur l'oxydation électrolytique des hydrocarbures de la série aromatique. Il explique que cette étude avait été entreprise à cause des très rares renseignements publiés sur l'oxydation électrolytique des substances organiques.

A. H. B.

L'épuration électrolytique des eaux potables.

Tel est le titre d'une étude présentée en septembre dernier devant la section H du Congrès international d'électricité de Saint-Louis par M. John Langley. Il rappelle que les essais réalisés pour détruire les bactéries d'un liquide par l'action directe de charges électriques n'ont pas donné de résultats bien définis ni bien satisfaisants, que l'on ait employé soit des charges statiques de 150 000 volts, soit des courants alternatifs à 500 volts à la fréquence 66. Le liquide traité présentait sensiblement les mêmes caractères qu'avant l'électrolyse. Et cependant il y a longtemps que l'on sait que l'électricité a une action sur les bactéries contenus dans un liquide et M. Langley rappelle les nombreuses expériences connues réalisées sur des eaux d'égout. Pour les eaux potables, la méthode qui a donné les meilleurs résultats est d'après lui celle qui comprend l'emploi de plaques d'aluminium comme électrodes. Une installation semblable fonctionne industriellement à Cleveland, dans l'Ohio. L'électrolyseur se compose d'une boîte en fer rectangulaire. Les plaques d'aluminium sont maintenues dans des rainures pratiquées dans le revêtement intérieur en ardoise. L'application d'un courant continu de 20 ampères sous 15 volts soit 300 watts provoque une électrolyse suffisante pour purifier l'eau du lac Erié à raison de 2265 litres par heure. Le liquide est amené par les conduites de distribution de la ville et passe continuellement à travers l'appareil; elle passe ensuite à travers un filtre rempli de quartz concassé qui arrête les matières solides en suspension dans l'eau électrolysée.

Les analyses réalisées sur cette eau ont démontré que les produits ammoniacaux ont été considérablement réduits ainsi que les matières organiques tandis que l'oxygène en dissolution est augmenté. Le nombre des bactéries a diminué de 97 0/0 et certaines analyses ont accusé une diminution de 99 0/0, soit leur disparition presque complète. Ces résultats ont été obtenus à la suite d'essais bactériologiques effectués tous les trois jours. — G. D.

Statistique des usines électriques centrales autrichiennes pour 1902.

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* rapporte, d'après une communication de la Commission centrale de statistique de Vienne, qu'au 3 juin 1902 les usines centrales électriques exploitées en Autriche étaient au nombre de 338. Ces 338 établissements occupaient 4297 personnes et renfermaient des moteurs représentant une puissance de plus de 157 000 ch. Dans la composition de ce dernier chiffre les moteurs à vapeur entrent pour 90 153 ch, les moteurs électriques pour 27 643 ch et les moteurs hydrauliques pour 37 686 ch. 67 des usines ci-dessus se trouvaient en la possession de sociétés privées, lesquelles occupaient 47 0/0 du personnel employé et fournissaient 43,1 0/0 de la puissance totale produite. — G.

Nouvelles installations électriques dans le Sud-Africain.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* donne les détails suivants sur les installations électriques actuellement projetées dans le Sud-Africain.

On est à la veille de construire, à Port-Elizabeth, une grande usine centrale destinée à fournir de la lumière et de la force motrice. On évalue la dépense,de ce chef, à 2 250 000 fr. On prévoit que l'énergie débitée alimentera de nombreux moteurs et que l'éclairage et le chauffage, dans les habitations privées, prendront un grand développement en raison du prix élevé du gaz. La réalisation de ce projet doit donner lieu à d'importantes commandes en objets d'appareillage tels que lampes, fils isolés, etc. — A Kimberley, la municipalité a passé, avec la compagnie des mines de Beers, un arrangement en vertu duquel cette dernière doit alimenter la ville en courant électrique. — A Vryhied, l'administration locale est actuellement saisie de deux projets d'éclairage électrique de la ville. — A Johannesburg, on doit incessamment commencer la construction d'un réseau téléphonique (appareils Ericsson) destiné à desservir 10 000 abonnés. — A Bethléhem, la concession du service électrique vient d'être accordée à la maison Harris, Lee et Cie. L'octroi de cette dernière concession va entraîner de nombreuses commandes de chaudières, de machines à vapeur, de dynamos, de câbles, etc. — G.

Corrosion électrolytique due à l'eau de mer.

L'*Elettricista* résume comme il suit un rapport qu'ont récemment présenté MM. Milton et W. Larke à la Société des ingénieurs électriciens de Londres, à propos de la corrosion électrolytique occasionnée par l'eau salée :

Ces deux savants se sont livrés à quelques expériences pour déterminer l'action galvanique exercée, par l'eau de mer, sur le cuivre, le fer, le bronze et d'autres métaux. Ils ont, en outre, constaté, dans d'autres expériences, que certains courants exercent une action corrosive sur le cuivre et sur les alliages de ce métal immergés dans l'eau de mer; que cette corrosion, à égalité de courant, est plus grande dans les alliages contenant de fortes proportions de cuivre. En faisant agir un courant de 1 milliampère sur une plaque métallique de 40 cm² (deux parties de zinc et trois de cuivre), on produit un effet qui détruit presque entièrement le zinc; par contre, le même courant, en agissant sur 60 cm² de bronze ordinaire, produit seulement une corrosion uniforme, car le cuivre et le zinc de l'alliage se dissolvent également. Leurs recherches ont conduit MM. Milton et Larke à conclure que la destruction et la corrosion peuvent provenir de deux causes : l'action chimique seule ou une action chimique et une action

électrolytique combinées ensemble. Les perforations et la corrosion locale intense sont souvent dues, probablement, à la désagrégation locale des impuretés du métal; mais ces faits peuvent également s'attribuer, pour certains cas, à des irrégularités locales dans la distribution du courant galvanique. Le pourcentage de plomb et de fer doit être aussi faible que possible dans tous les corps métalliques destinés à demeurer en contact avec les eaux de la mer. Les expériences effectuées montrent que la seule action électrique, même s'il s'agit de faibles intensités, doit entrer en jeu du moment où l'on commence à constater des corrosions accentuées. Lorsque l'action galvanique devient inévitable en raison du voisinage de différents métaux immergés dans le même électrolyte, il y a lieu de neutraliser les courants qui en résultent en interealant dans le circuit des plaques de zinc. — G.

-oo-

Réglage de la température du four électrique.

Suivant la *Zeitschrift für Elektrotechnik*, M. A. Johnson a proposé l'emploi du procédé suivant pour régler la température d'un four électrique.

On introduit dans le four un pyromètre Le Châtelier, relié à l'enroulement d'un galvanomètre. S'il arrive que la température du four dépasse une limite déterminée en correspondance avec laquelle on a établi un contact fixe sur la graduation du galvanomètre, l'aiguille de ce dernier, en venant toucher le contact en question, ferme un circuit local dans lequel on rencontre un solénoïde enveloppant un noyau en fer mobile. Ce noyau se déplace et, en modifiant sa position, il introduit une résistance dans l'enroulement excitateur de la dynamo qui alimente le four en courant. Si la diminution de débit du courant, ainsi obtenue, ne provoque pas un abaissement de la température du four, un disjoncteur automatique intervient et place la dynamo complètement hors du circuit. — G.

-oo-

Un nouveau système de téléphonie sans fil.

Suivant la *Technische Woche*, un inventeur italien, M. Q. Majorana, aurait imaginé un nouveau système de téléphonie sans fil qui donnerait de bons résultats sur une distance de plusieurs kilomètres et qui reproduirait la voix humaine tout aussi distinctement que le font le téléphone et le phonographe. La caractéristique de ce système consiste dans l'emploi d'un exploseur dont on peut faire varier la longueur et dont une électrode est formée, à cet effet, de mercure. Les allongements et raccourcissements de la distance explosive correspondant aux ondes sonores influencent les ondes lancées par le fil, qui viennent frapper le récepteur. Il est important de maintenir la fréquence d'étincelles (10 000 par seconde) invariablement uniforme; à cet effet, ainsi que pour empêcher une élévation de la température, on projette de l'air ou de l'acide carbonique dans l'exploseur. On emploie en outre, pour le même but, un diapason magnétique. — G.

-oo-

Le fludor.

L'*Elektrotechnischer Neuigkeits-Anzeiger* signale un nouvel agent pour soudures, le *fludor*, que la maison Albert Noodt et Meyer, de Hambourg et Berlin vient de lancer sur le marché. Le fludor trouverait son emploi avec tous les métaux et ne comporterait pas de manipulations plus compliquées que celles nécessitées par les soudures ordinaires. Il agit toujours, assure-t-on, immédiatement et sûrement; il enlève d'un façon complète, des pièces métalliques qu'il s'agit de réunir ensemble, toutes les impuretés telles que graisses, résine, caoutchouc, oxydes et mêmes les épaisses taches d'acétate de cuivre — ce qui rend inutile tout polissage préalable des pièces, ainsi que leur lavage avant et après exécution de la soudure. A ces différents avantages, il faut ajouter encore que, en raison de ses effets rapides et sûrs, le fludor permet d'employer seulement une minime quantité d'étain — G.

-oo-

Appareil pour la détermination des profondeurs du sol sous-marin.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* donne les détails ci-après sur un appareil imaginé par un ingénieur norvégien, M. Berggraff, pour déterminer les profondeurs du sol sous-marin : « Cet appareil fournit des indications continues, sans se trouver en contact matériel avec le fond dont il s'agit de mesurer la distance. Le principe sur lequel repose ce nouveau bathomètre est la fixation du laps de temps employé par les sons pour atteindre le sol sous-marin et pour revenir, de là, au navire. Ce laps de temps est évidemment proportionnel à la profondeur. Si, par exemple, l'expérience a démontré que le son, pour se rendre jusqu'au sol sous-marin et revenir au navire, emploie une seconde dans le cas où la profondeur est de 600 m et où l'on possède à bord un appareil transmetteur du son et un tube acoustique que l'on peut immerger dans l'eau avec une montre ordinaire, on se trouve alors à même de déterminer la profondeur avec une certaine exactitude. En effet, à supposer que l'on note un intervalle de 4 secondes entre l'émission d'un son et le retour du même son, l'équipage du bord saura que, à l'endroit où se trouve le navire, le fond est couvert par une nappe d'eau de 2400 m de hauteur. Il serait naturellement plus commode de disposer, au lieu d'un cadran ordinaire, un appareil enregistrant sur une bande de papier la profondeur ainsi déterminée : de cette manière, on pourrait comparer les courbes obtenues avec les indications de la carte hydrographique et obtenir des données relatives au point précis au-dessus duquel se tient le bâtiment à un moment donné. Tout cela est rendu possible avec l'appareil de M. Berggraf qui comprend un dispositif transmetteur, un dispositif récepteur et un chronomètre. Un disque circulaire tournant porte, sur sa périphérie, une came qui, à chaque révolution, établit un contact avec une autre came fixe; ce disque ferme ainsi un circuit électrique et fait entrer en vibration le marteau d'un électro-aimant. Les ondes sonores lancées par ce marteau vont frapper le sol sous-marin et sont, de là, renvoyées au navire où un microphone les recueille. Dans le circuit du microphone on a inséré un appareil construit comme un téléphone, dont la membrane ne peut être influencée par aucune onde sonore autre que celles pour lesquelles ladite membrane est réglée au moyen d'un tube de résonnance. Lorsque les ondes sonores lancées par le marteau électromagnétique ont la même longueur que celles amenant le tube de résonance à se faire entendre, la membrane exécute de fortes vibrations qui sont enregistrées par une bande de papier en mouvement. » — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

PARIS. — . DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 729 17 Décembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD — *Libraire-Éditeur* — 49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS — *Imprimeurs-Éditeurs* — 18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

LE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE DES MINES

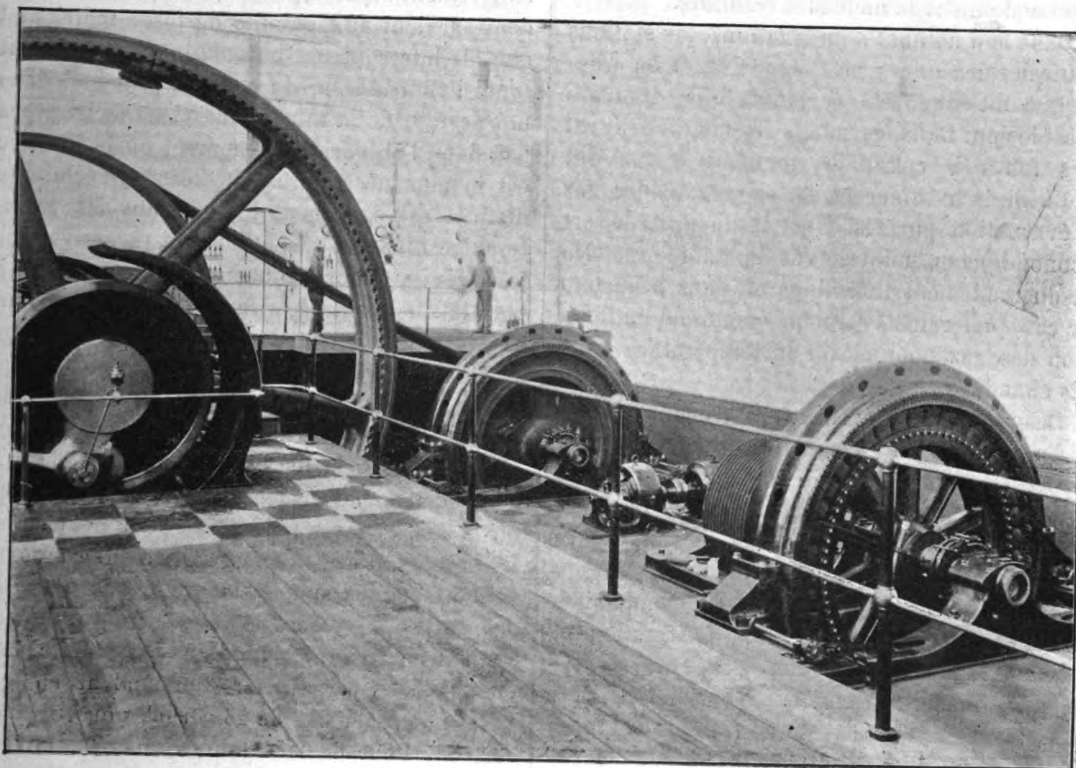
EN ANGLETERRE ET EN ALLEMAGNE

1. Force motrice et éclairage. — Pendant ces dix dernières années, en Europe et en Amérique tout à la fois, on a réalisé de grands progrès dans l'application de l'énergie électrique à l'exploitation des mines. Depuis cinq ans environ, les courants alternatifs polyphasés ont été adoptés, procurant ainsi la possibilité d'une transmission de l'énergie à grande distance et d'une distribution beaucoup plus économique que par le courant continu.

Le courant continu a été et est encore employé très largement dans les opérations minières; sous certaines conditions, des ingénieurs éminents en déclarent la supériorité incontestable.

Dans le cas d'une mine ou d'une série de mines ayant une même administration et composée de puits situés à une distance d'un mille l'un de l'autre, environ, les courants polyphasés sont en général considérés comme préférables. En Allemagne aussi bien qu'en Angleterre, un certain nombre de mines ont été pourvues d'installations électriques employant des courants polyphasés et du courant continu et il est intéressant d'étudier les détails de ces matériels anglais et allemands qui comprennent la station génératrice, l'éclairage, la distribution aux machines motrices des treuils, aux pompes d'épuisement et autres appareils fonctionnant électriquement dans ces mines.

La figure reproduite ci-dessous montre la station électrique des mines de Schornhorst de la Harpener Berdbau-Celien Gesellschaft.



Station électrique des mines de Schornhorst de la Harpener Berdbau-Celien Gesellschaft.

Dans la station de Gueisenau appartenant à la même Compagnie, il y a deux moteurs compound à vapeur chacun de 600 ch directement accouplés et des alternateurs de 625 kw ayant une vitesse angulaire de 83 révolutions par minute. Le courant est produit sous une tension de 2400 volts et la fréquence est de 3000 alternances par minute. Ce courant est transmis aux salles des pompes à 750 m audessous de la surface du sol et alimente des moteurs polyphasés de 665 ch à une vitesse angulaire de 61 tours par minute. La station de Schornhorst contient deux alternateurs polyphasés tournant à 150 révolutions et fournissant des courants sous 500 volts.

La force motrice est évidemment l'un des

points les plus importants dans le matériel des mines. Les turbines à vapeur sont maintenant employées largement en raison du petit espace qu'elles occupent, de leur haut rendement et du faible prix des réparations. En examinant le choix à faire entre les moteurs à piston et les moteurs rotatifs, certains ingénieurs éminents d'Angleterre déclarent que les turbines ne peuvent être préférées à moins d'être d'une puissance de 750 kw et au-dessus; en dessous de cette puissance les moteurs à piston à grande vitesse donnent de meilleurs résultats.

Dans bon nombre d'installations, les stations centrales des mines en Angleterre et en Allemagne ont employé avec avantage des moteurs à explosion. Dans les mines de charbon ayant des fours à coke, les moteurs à gaz ont été utilisés avec succès en se servant des gaz d'évacuation purifiés. C'est là un procédé fort économique au point de vue de la force motrice et du rendement thermique et, dans beaucoup de cas, préférable à celui qui comprend l'utilisation des gaz pour élever la température dans les chaudières.

Beaucoup de mines en Angleterre employaient jadis et emploient encore des chaudières travaillant à la pression de 7,02 kg par cm^2, mais on utilise des pressions plus élevées dans les stations d'électricité des mines, ce qui assure un fonctionnement plus économique.

Si nous considérons une mine d'étendue importante avec plusieurs puits d'extraction et possédant une installation à courants polyphasés, on doit d'abord examiner la tension à adopter pour cette distribution. Si les distances à desservir ne sont pas trop grandes, les ingénieurs anglais et allemands recommandent une tension de 650 volts. On adoptera de plus hautes tensions si la distance de transmission avant la distribution dépasse un mille. On préconise également des tensions plus élevées si les moteurs alimentés ont une puissance de 60 à 100 ch et au-dessus ; les moteurs emprunteront le courant, si les conditions sont favorables, directement au circuit à haute tension, supprimant ainsi les transformateurs et réduisant le prix d'installation ainsi que les pertes de transformation. Aux mines du Rand un certain nombre de moteurs électriques en fonction sont reliés directement à une ligne à 1100 volts et en Allemagne de plus hautes tensions encore ont été employées avec succès. La question de fréquence est également importante et les installations anglaises et allemandes adoptent le plus souvent 25, 40, 50 et 60 périodes par seconde. On est ordinairement d'avis qu'un réseau d'éclairage ne doit pas avoir une fréquence inférieure à 50 périodes, mais dans une mine ce réseau est souvent considéré comme étant d'importance secondaire par rapport à la force motrice.

Si les distances ne sont pas trop grandes, les machines excitatrices des alternateurs sont souvent utilisées pour l'éclairage des galeries et des bâtiments et certains ingénieurs déclarent qu'il est de beaucoup préférable d'avoir des circuits entièrement séparés, de manière que si un accident survient aux circuits de force motrice et que les interrupteurs automatiques suppriment toute l'alimentation du courant principal dans une section de la mine, celle-ci ne se trouvera pas dans l'obscurité au moment où la lumière est le plus nécessaire. Un réseau d'éclairage distinct est également indépendant des variations résultant d'une surcharge excessive sur les circuits de force motrice. Si donc, on met à part la question d'éclairage, la fréquence d'un réseau à courants polyphasés varie selon les vitesses des moteurs, leur nombre et l'espace requis. Si l'on emploie un grand nombre de moteurs puissants dans les galeries, la fréquence 25 est considérée comme préférable.

On peut employer des moteurs à faible vitesse ou des engrenages réducteurs pour les treuils, les pompes et autres appareils, ce qui est moins coûteux et plus simple, la vitesse normale de ces sortes de machines étant très faible et variant de 30 à 75 révolutions par minute. Les commissions anglaises recommandent en général une fréquence de 25 périodes ou quelquefois 50. Pour de très faibles vitesses, la fréquence 25 est absolument nécessaire, mais avec les moteurs dont les vitesses sont de 500 à 1000 révolutions par minute, la fréquence 50 est beaucoup plus satisfaisante.

Le tableau de distribution des stations centrales est composé de panneaux de marbre ou d'ardoise disposés en sections dans un cadre de fer et, en Angleterre aussi bien qu'en Allemagne, le tableau principal est surélevé sur une plateforme ou galerie, la partie métallique du tableau étant reliée par un conducteur de cuivre à une plaque de terre. Les panneaux des génératrices, les panneaux des feeders et ceux des excitatrices sont pourvus d'ampèremètres, de voltmètres et d'interrupteurs à rupture brusque; les parties mobiles sont placées en arrière du tableau ou sous la galerie ; dans le cas où l'on a adopté de hautes tensions, on se sert d'interrupteurs à huile.

Les câbles reliant le tableau de distribution aux génératrices sont parfaitement isolés au caoutchouc dans la plupart des cas et recouverts de plomb comme protection quand ils sont isolés au papier; ils sont élongés sous le sol de la station, quelquefois dans des tunnels établis entre les fondations et les murs du bâtiment.

La ligne de transmission à haute tension est en cuivre de haute conductivité, les conducteurs sont aériens dans quelques cas et supportés par des isolateurs de haute tension disposés sur poteaux de bois tandis que, dans d'autres installations, les câbles à haute tension relient directement la station génératrice et le fond des puits.

Les câbles des mines sont presque invariablement à isolement très élevé, protégés à l'aide d'une double armature de fils d'acier galvanisé, comportant encore un autre revêtement de fibre. De nombreux ingénieurs anglais et quelques allemands sont d'avis que le câble principal d'alimentation doit aboutir directement au fond des puits ou à un tableau principal de distribution avec interrupteurs automatiques et des dispositifs permettant l'adjonction de circuits supplémentaires en cas d'extensions futures.

D'autres préfèrent l'installation de feeders séparés allant directement de la station d'énergie aux machines diverses d'épuisement et de halage dans le cas où l'on a besoin d'une puissance considérable. Des boîtes de jonction, spécialement construites pour le service des mines, sont installées là où se trouve une distribution souterraine et il est désirable que ces installations puissent servir à des extensions futures importantes pouvant aller jusqu'à 50 0/0 de l'organisation actuelle. Un seul câble de large section comportant, par exemple, 1,9 cm² par conducteur est difficile à manier, c'est pourquoi des ingénieurs anglais sont d'avis que ces câbles doivent se diviser en deux, ne présentant que 1,2 cm² de section; de cette manière, les avantages sont immédiats et s'il survient une avarie quelconque, telle que l'envahissement des puits par l'eau, on a deux chances pour une, en cas de rupture des câbles.

Les conducteurs d'éclairage, les circuits téléphoniques et les circuits de force motrice dans les mines sont maintenant presque toujours élongés dans des conduites d'acier avec des boîtes de jonction parfaitement étanches et hermétiques. Les téléphones anglais et allemands sont de construction spéciale pour l'usage des mines. Ces appareils sont montés sur socles d'ébonite et enfermés dans des boîtes en fer étanches; les fils sont soigneusement protégés et les connexions sont recouvertes d'une couche de bronze phosphoreux.

La station centrale anglaise aux mines de Sneyd, dans le Staffordshire, est pourvue de deux alternateurs triphasés à 440 volts. Ces alternateurs ont chacun une puissance de 250 kw et ont été construits par la General Electric C° aux ateliers de Witton, près de Manchester. Ces machines sont directement accouplées à des moteurs Howdel ayant une vitesse angulaire de 375 révolutions par minute.

Le courant électrique est transmis aux machines élévatrices et aux pompes souterraines qui utilisent des moteurs dont la puissance varie de 3 à 100 ch. Quatre moteurs de 3 ch actionnent des pompes à triple effet qui fournissent un débit de 910 litres d'eau par minute sous une hauteur de 91,40 m; un autre moteur de 75 ch du type triphasé actionne une pompe dont le débit est de 750 litres par minute sous une hauteur de 342,90 m. Les machines élévatrices des mines Sneyd sont actionnées électriquement par trois moteurs triphasés; deux comprennent des moteurs de 75 ch et le troisième est actionné par un moteur de 100 ch.

II. **Treuils de halage et machines élévatrices**. — Depuis plusieurs années, les moteurs électriques ont été très largement employés en Allemagne, dans les mines, pour actionner des pompes d'épuisement de puissance moyenne et autres appareils d'exploitation minière, mais ce n'est que récemment et dans un petit nombre de cas que les machines élévatrices avec treuils électriques ont été installées d'une manière complète. Plusieurs mines, en Allemagne, ont récemment adopté des moteurs électriques de grande puissance pour entraîner les machines élévatrices, et ces installations ont, paraît-il, donné toute satisfaction. En Angleterre, l'application de la commande électrique aux lourdes machines élévatrices de la surface du sol n'est pas regardée comme très avantageuse par les ingénieurs des mines en général, mais il semble que les objections tendent à disparaître rapidement et les applications se font plus nombreuses dans cet ordre d'idées; de même les appareils de ventilation sont également commandés par moteurs électriques.

Le moteur générateur est employé comme le plus pratique pour la commande électrique des puissantes machines élévatrices; il comprend un moteur à courant alternatif du type triphasé actionnant une dynamo à courant continu avec

un lourd volant disposé entre les deux; la génératrice à courant continu est à excitation séparée. Le volant emmagasine l'énergie quand le moteur de levage ne fonctionne pas au moment du démarrage; de cette manière, on évite tout choc et les à-coups sur l'alternateur de la station centrale. Par suite de cette disposition, un ou plusieurs moteurs à courant continu et à faible vitesse sont employés pour actionner les machines élévatrices; un petit rhéostat et un coupleur intercalé dans le circuit en dérivation de la dynamo à courant continu du moteur générateur assure le réglage de la vitesse.

Ce système donne, paraît-il, d'excellents résultats, bien qu'il soit très coûteux comme premier établissement. La seule question à considérer, c'est que les machines élévatrices et les treuils sont de la plus haute importance dans une mine, et que la souplesse et le bon fonctionnement de tout cet ensemble est essentiel.

Les machines actionnées électriquement et installées dans des usines allemandes par la Elektricitæts Actien Gesellschaft, précédemment Lahmeyer et Cie de Francfort-sur-le-Mein, comprennent des moteurs triphasés de 22, 100 et 200 ch; ce dernier possède une puissance de levage de 1175 kg à une vitesse de 230 m par minute, et à une vitesse de 180 m à la minute quand l'ascenseur porte des ouvriers; la profondeur du puits est de 330 m.

Les ingénieurs anglais, dans l'installation de ces machines, considèrent le système de câble sans fin comme le plus efficace et le plus économique. La vitesse à laquelle travaille le câble n'excède pas 4 milles à l'heure, car, au-delà de cette vitesse, il est très difficile d'amarrer le fouet de la poulie sur les wagonnets. L'espace réservé aux engrenages des machines est toujours très limité, et il est bon d'avoir des moteurs accouplés directement aux engrenages du treuil. Beaucoup d'ingénieurs des mines s'opposent entièrement à ce système, principalement parce qu'il est extrêmement bruyant. Cette objection, cependant, peut être facilement supprimée par la disposition convenable des pignons d'engrenage. Toutefois, dans les groupes de très grande puissance, il est préférable d'employer des moteurs à faible vitesse et d'intercaler des roues d'acier sur l'arbre de transmission. Dans l'installation de la partie mécanique, il est utile de faire remarquer que la poulie de levage devrait être de section conique et pourvue de joues en fonte coulée et facilement amovibles pour les remplacements. Le reste des engrenages eux-mêmes et leur disposition dépendent entièrement de la vitesse avec laquelle le câble travaille et du nombre de tours du moteur. L'ensemble doit être monté soigneusement sur des plaques de fondation très résistantes et des joints cornières en acier.

Quant aux doubles tambours des treuils et aux engrenages inférieurs retenant les câbles, les ingénieurs anglais en préconisent l'emploi dans les cas où les rampes sont très accentuées; mais il faut remarquer qu'ils nécessitent des ouvertures très larges, tandis que les engrenages simples sont installés ordinairement là où les pentes sont adoucies et les ouvertures étroites.

Les côtés des tambours doivent être en acier doux et fortement supportés par des anneaux de fonte qui peuvent, en même temps, servir de frein; le rouleau est également en acier doux. Si ces tambours doivent être d'une largeur considérable, il est préférable qu'ils soient supportés par des fers à T résistants. Quant aux embrayages, il est meilleur d'employer le type à mâchoires, car avec les embrayages à friction il peut y avoir des accidents et ils nécessitent toujours une surveillance constante pour conserver un réglage parfait et sûr. Il est, en outre, désirable, au point de vue de la légèreté et en même temps de la solidité, que les engrenages soient montés sur un châssis à joints d'acier. Les freins doivent être du type à tige rigide comme étant de commande plus facile et plus sûre; les sabots de ces freins peuvent être plus rapidement remplacés que dans les autres systèmes.

Pour les moteurs électriques qui sont chargés d'actionner les treuils, il est utile de faire ressortir qu'il est très défectueux d'employer, comme on le fait quelquefois, des moteurs construits spécialement pour ponts roulants et grues. Ce type n'est guère applicable que dans un très petit nombre de cas, et l'on doit toujours examiner avec un grand soin les conditions sous lesquelles devront travailler ces moteurs avant d'en faire l'application. Le point le plus important à observer est que ces moteurs devront être capables d'exercer un effort considérable au démarrage, et qui ne sera pas moindre de vingt-et-une à vingt-deux fois l'effort normal à pleine charge. Tous ces moteurs devront être pourvus de châssis en fer complètement fermés, étanches et hermétiques pour tout gaz. Un autre point également important est la disposition du coupleur; il devra com-

prendre au moins cinq positions différentes, chacune d'elles correspondant à l'une des cinq vitesses déterminées. En même temps, il devra permettre de changer la marche du moteur, et cette inversion sera obtenue par la même manette qui commande les vitesses.

(*A suivre.*) Frank C. PERKINS.

OBSERVATIONS OSCILLOGRAPHIQUES

SUR LA FUSION DES COUPE-CIRCUITS

M. E. Oelschlæger publie dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* les résultats d'une série d'expériences relatives à la fusion des fusibles des coupe-circuits faites à l'aide d'un oscillographe.

Les essais ont été entrepris sur le fusible normal de 20 ampères du type Siemens-Schuckert; ce fusible peut supporter un courant constant de 25 ampères et fondre en deux minutes sous une charge de 40 ampères.

A froid, la résistance du fil d'argent constituant le fusible est de 0,0054 ohm et cette résistance augmente jusqu'à 0,017 ohm au moment où la fusion se produit, c'est-à-dire à 1000°.

Le courant employé dans les essais était fourni par une installation de 1000 kw sous la tension de 110 volts. Les conducteurs placés à l'endroit où le fusible était essayé comprenaient deux câbles de 100 m de longueur ayant 1000 mm² de section. Bien que la résistance combinée de ces deux câbles fût petite (0,003 ohm) par rapport à celle du fusible, les résultats étaient faussés par la self-induction : le courant ne s'établissait que progressivement dans le fusible quand on fermait le circuit, la tension de rupture était augmentée et l'intensité du courant maximum ne correspondait pas à celle donnée par la loi d'Ohm.

En ajoutant dans le circuit une résistance de 0,6 ohm et une self-induction de 2,5 henrys, le courant mettait 0,11 seconde environ à s'établir à 180 ampères. Le fusible commençait à fondre environ 0,12 seconde après et le courant diminuait rapidement et devenait nul 0,135 seconde après la rupture de l'interrupteur.

On fit d'autres expériences en diminuant graduellement à la fois la résistance et la self-induction et des lectures furent faites dans différentes conditions. Le caractère général du phénomène de fusion du fusible reste le même. Avec une résistance interposée nulle et sans self-induction dans le circuit du fusible, le courant atteignait 850 ampères en 0,005 seconde, restait à cette valeur pendant 0,0002 seconde et revenait à zéro 0,00535 seconde après rupture de l'interrupteur. Il est intéressant de noter qu'au moment de la fusion, la tension entre les bornes du fusible s'élève pendant un instant à 800 volts, mais tombe aussi rapidement qu'elle s'est élevée. La chaleur nécessaire pour fondre le fusible correspondait à environ 30 à 40 watts-seconde et était indépendante du courant. Il fallait environ 5,8 calories-gramme pour élever la température du fil à 1000° et 1,75 calories-gramme pour le fondre.

Afin d'éliminer l'erreur due à la résistance et à la self-induction des câbles de l'installation, on fit des essais en court-circuit sur une batterie d'accumulateurs de 110 volts. Dans ce cas, le courant met 0,0002 seconde pour atteindre 5000 ampères, il tombe rapidement à une valeur négative de 3000 ampères et finalement arrive à zéro. La tension maximum au moment de la fusion est de 420 volts. Aux bornes de la batterie, la tension augmente temporairement jusqu'à 350 volts.

A. BAINVILLE.

MACHINES A TIRER LES BLEUS

Les appareils à tirer les épreuves de dessins sur papier sensible au moyen de la lumière de la lampe à arc ont fait des progrès et se sont multipliés depuis 1901, époque à laquelle l'*Electricien* signalait leur apparition (1). Actuellement ces machines sont d'un usage courant, surtout dans les grandes maisons de construction d'Amérique, et permettent ainsi d'obtenir rapidement des épreuves nombreuses d'un projet indépendamment des saisons, des conditions atmosphériques et des heures du jour.

Ces machines actuelles sont maintenant pour la plupart à rouleau horizontal. Sur ce tambour est tendue au moyen de rouleaux de guidage, une bande de canevas qui se déroule d'un mouvement uniforme sous l'action d'un moteur électrique de 1/4 ou 1/2 cheval et entraine avec elle le calque et le papier sensible qu'elle maintient contre la surface du tambour.

En arrière, dans un logement à coulisse formé d'un réflecteur, et devant la face postérieure du tambour, sont disposées une rangée de 5 ou 6 lampes à arc dont la lumière, dès que le circuit est fermé, vient impressionner le papier sensible à travers la bande de canevas et le calque.

L'opérateur assis devant la machine, ayant à sa droite les organes de mise en marche, engage sous la bande de canevas le papier sensible et le calque du dessin, puis il provoque le déroulement de l'ensemble, et peut suivre tous les détails du fonctionnement. Le calque et le papier sensible après exposition sur la face postérieure du tambour, à la lumière des lampes à arc, viennent, guidés par deux rouleaux inférieurs, glisser dans une caisse disposée à la base de la machine.

(1) *Electricien*, 1901, 1er semestre, p. 140.

Quant à la bande de canevas dont la longueur est déterminée, elle s'enroule sur deux rouleaux tendeurs, elle peut reprendre, à fin de course, sa position de départ, par un changement de marche du moteur.

La rapidité de l'opération dépend, comme toujours, de l'intensité de la lumière, de la netteté du dessin et de la sensibilité du papier d'épreuves.

Avec six lampes à arc à courant continu de 5 ampères et un bon calque, la vitesse de rotation est de 1 m à 1,20 m à la minute; avec des lampes de 10 ampères, cette vitesse peut atteindre 2,40 m, mais, dans ce cas, la manœuvre devient difficile et il est préférable de s'en tenir à une vitesse moindre et ne pas dépasser un déroulement de 1 m à 1,50 m par minute.

Certaines de ces machines comportent l'emploi de celluloïd comme bande transparente. Outre le danger toujours présent d'inflammabilité, le celluloïd a un inconvénient grave dans cette application spéciale; au début la transparence est parfaite mais après plusieurs déroulements successifs, par suite des frottements répétés sur les rouleaux tendeurs et sur le tambour, il se produit un changement dans la masse du celluloïd qui devient terne et même à peu près opaque. Aussi est-il préférable d'employer le canevas qui garde toujours sa souplesse et dont la contexture ne se modifie pas.

G. D.

PROGRÈS RÉCENTS EN ÉLECTROCHIMIE

Par Bertram BLOUNT

(Suite) (1).

Préparation des métaux à l'aide de leurs sels fondus.

Aluminium. — Ce métal est un exemple typique de la préparation des métaux, fondée sur l'électrolyse des sels fondus. Le nombre des essais tentés pour préparer l'aluminium par d'autres procédés est innombrable. L'historique de ces essais est très instructif.

La grande dépense d'énergie nécessaire pour réduire l'oxyde d'aluminium, ne pouvant être fournie par les méthodes métallurgiques ordinaires, on a eu recours au four électrique; mais, à cette haute température, il se combine au carbone qu'il faut ajouter pour obtenir la réduction. Or, le carbure d'aluminium, bien qu'intéressant, n'a pas jusqu'ici de valeur commerciale et les méthodes fondées sur l'emploi du four électrique n'ont pu être appliquées directement à sa production, bien qu'il soit possible qu'elles soient employées un jour. En effet, si le carbure d'aluminium est fondu avec l'alumine, on devra obtenir l'aluminium par la même réaction indiquée par Moissan pour obtenir le chrome. Malheureusement, à la température où l'on opère, le métal sera volatilisé et la condensation pourra présenter quelque difficulté.

Abandonnons cette digression, pour revenir à l'étude des méthodes employées industriellement. Il y a un seul procédé pour produire l'aluminium, et ce procédé consiste à électrolyser un sel ou un oxyde entre une anode de carbone et une cathode d'aluminium, le bain étant chauffé par le courant lui-même. Les procédés portent, suivant les pays, les noms de Hall, Héroult ou Minet, mais sont identiques en principe.

Avant d'étudier l'électrolyse des sels d'aluminium, il est nécessaire de parler de l'alumine, qui est la matière première brute dont l'abondance et la pureté déterminent la qualité et le prix du métal. Le procédé employé par la British Aluminium Company, à Larue, peut être pris comme un bon exemple du soin et des tours de main qui doivent être apportés dans la production de cette matière première.

A Larue, en avait eu tout d'abord l'intention d'employer la bauxite d'Irlande qui contient une grande quantité d'alumine et très peu de fer. En pratique, on trouva préférable de faire venir la bauxite de France. Le minerai français contient 12 à 15 0/0 d'oxyde de fer, mais a cependant un meilleur rendement en alumine que le minerai irlandais; la principale cause de ce mauvais rendement du dernier provient de la quantité considérable de silice qu'il renferme, laquelle forme un silicate double d'alumine et de soude insoluble ou à la fois de l'alumine et de la soude se trouvent perdues.

Ce résultat inattendu est un de ces accidents, inévitable dans toute nouvelle entreprise et qu'il est très difficile d'éviter. On aurait pu peut-être, par un essai préalable, déterminer par analyse les quantités de produits employés et obtenus, mais *a priori* rien ne prouve que les phénomènes observés ainsi se seraient reproduits en grand. Il est certain qu'on éprouve toujours de très grandes difficultés à introduire en pratique industrielle des procédés bien étudiés en laboratoire.

A Larue, la bauxite française est écrasée dans un concasseur, puis dans un moulin « Tiger » et placé dans un séparateur Askham. Elle est ensuite grillée dans un four tournant chauffé par le charbon; de là, elle passe dans un refroidisseur rotatif à palettes. Le minerai grillé est traité par la soude caustique dans des récipients de 6 m³ chacun qui peuvent contenir une tonne de minerai. La liqueur alcaline est diluée et filtrée. Le résidu qui retient une certaine quantité de soude est dirigée dans des citernes où après qu'elle a été abandonnée pour se déposer, on décante à la pompe le liquide qui retient la soude qu'on récupère ainsi sous forme de carbonate. La liqueur

(1) Voir l'*Électricien*, n° 725, p. 325 et n° 728, p. 376.

filtrée est précipitée par le procédé Bayer. Autrefois, l'alumine était tirée de l'aluminate de soude qu'on précipitait par l'acide carbonique; tout dernièrement, on a profité de l'instabilité de l'aluminate de soude qui se dissocie en ajoutant un excès d'alumine. En pratique, on se contente de laisser dans les récipients à précipitation une petite fraction de l'opération précédente, de sorte que la liqueur filtrée, en arrivant dans ces bacs, se trouve en présence de l'excès d'alumine nécessaire.

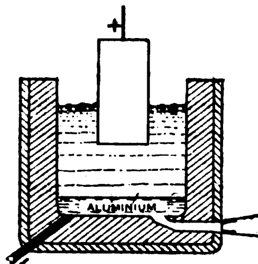


Fig. 1.

Comme le procédé Bayer ne permet que la précipitation d'un cinquième environ de l'alumine, il y a toujours un très grand excès d'aluminate de soude. L'alumine précipitée ainsi, lavée, séchée et calcinée, est presque chimiquement pure.

Comme l'alumine ne contient environ que la moitié de son poids d'aluminium et qu'il faut que cette alumine soit pure, on voit que le fabricant d'aluminium doit faire ses efforts pour obtenir l'alumine aussi pure et à aussi bon marché que possible On peut dire que le prix de revient de l'alumine représente environ un tiers du prix de revient de l'aluminium qu'elle fournit. On a donc le plus grand intéret à réduire, si peu que ce soit, le prix de production de l'alumine.

Au début de la fabrication électrolytique de l'aluminium, on employait des sels tels que le chlorure ou le fluorure d'aluminium qui étaient électrolysés dans des récipients chauffés extérieurement. On vit bientôt que les bacs ne pouvaient supporter l'attaque produite par les réactions électrolytiques à la température où devait se faire l'opération. On en vint alors à supprimer la source extérieure de chauffage pour y substituer la chaleur produite par le courant d'électrolyse lui-même. M. Minet a imaginé deux dispositifs simples représentés figures 1 et 2.

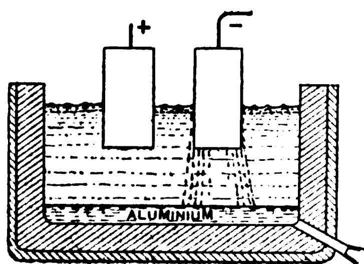


Fig. 2.

Dans la figure 1, l'aluminium fondu forme la cathode et l'anode est en carbone. Dans la figure 2, l'aluminium réduit n'est relié avec aucun pôle, mais le courant circule entre deux électrodes de charbon et l'intensité de ce courant est telle que l'électrolyte reste fondu.

Dans le premier appareil Hall, on chauffait extérieurement; l'appareil actuel est à chauffage interne. L'ancien appareil Héroult était conçu pour la préparation d'alliages d'aluminium. Héroult essaya d'obtenir tout d'abord l'aluminium par électrolyse de solutions aqueuses; mais il reconnut rapidement que ce procédé était impraticable et il se servit des sels fondus. Le premier appareil était loin d'être parfait. On ne pouvait pas se procurer de bonnes électrodes de charbon; quant aux creusets, il fallait les tailler dans du charbon de cornue. La découverte par Héroult de la production de l'alumine en partant des sels haloïdes est curieuse. Il observa que l'anode était attaquée dans un électrolyte de chlorure double de sodium et d'aluminium et en tira la conclusion qu'un oxyde devait être formé; cet oxyde était de l'alumine dérivé de la décomposition du chlorure d'aluminimm par l'humidité. On en conclut facilement qu'il suffirait d'ajouter une petite quantité d'alumine à l'électrolyte. A cette époque (1886-1887), l'aluminium était peu demandé. Au contraire, le bronze d'aluminium, dont l'emploi est, aujourd'hui, si restreint malgré ses remarquables qualités, semblait alors avoir un débouché plus important. Le premier brevet d'Héroult fut donc pris pour un four à bronze d'aluminium.

(Extrait du Journal *of the Society of Arts.*)

(*A suivre.*) A. BAINVILLE.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LES INSTRUMENTS DE MESURE A LECTURE DIRECTE

(*Suite*) (1).

IV. — Instruments à fer mobile.

Ce genre d'instruments est généralement connu sons le nom d'instruments électromagnétiques, d'instruments à fer doux, d'instruments à gravité, etc., appellations aussi impropres les unes que les autres. Les auteurs estiment qu'il conviendrait de les désigner sous le nom d'*instruments à fer mobile*, attendu que leur fonctionnement est fondé sur le déplacement d'une pièce de fer doux dans un champ magnétique.

D'une manière générale, on peut classer ces instruments en trois catégories suivant que la bobine fixe agit :

1° Sur une seule pièce mobile de fer;

2° Sur une pièce fixe de fer attirant ou repoussant une pièce mobile ;

3° Sur une combinaison de pièces en fer qui s'attirent ou se repoussent.

Les instruments appartenant à la deuxième catégorie sont de beaucoup les plus employés.

(1) Voir l'*Electricien*, n° 723, p. 296; n° 724, p. 310; n° 725, p. 329, n° 726, p. 343; n° 727, p. 362 et n° 728, p. 374.

La majeure partie des causes d'erreurs que l'on constate dans les instruments à fer mobile, indépendamment des causes d'ordre mécanique, communes à tous les instruments, est due aux phénomènes d'hystérésis qui se produisent dans le fer.

Ces phénomènes d'hystérésis ont d'abord pour

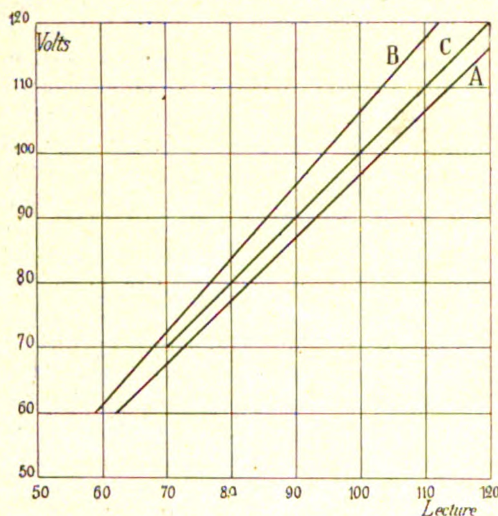


Fig. 7.

effet de rendre les valeurs indiquées par l'instrument, lorsque l'intensité du courant augmente, plus basses que celles que l'on obtient avec un courant diminuant d'intensité.

En outre, les effets produits par l'hystérésis font qu'un instrument étalonné avec un courant continu donne des indications supérieures aux valeurs

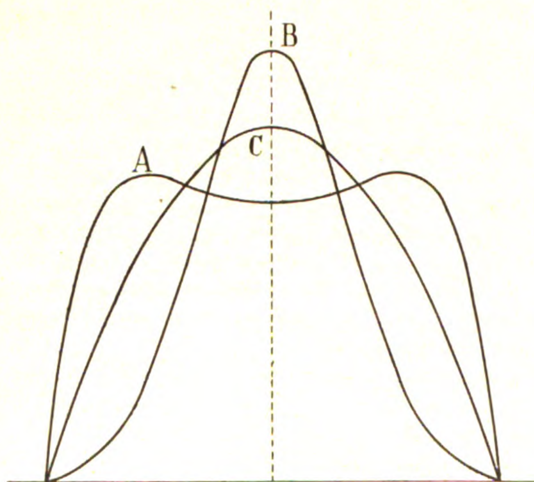


Fig. 8.

réelles lorsqu'on l'utilise pour mesurer des courants alternatifs.

Pour réduire au minimum l'action due aux phénomènes d'hystérésis, il importe que les lignes de force magnétiques ne traversent le fer que sur une faible partie de leur longueur totale. Il est également essentiel que la pièce de fer employée soit aussi courte que possible, afin que la désaimantation de ses extrémités puisse atteindre son maximum. Il est évident que si le fer est saturé, l'effet dû à l'hystérésis sera minime et que l'on obtiendra, d'autre part, le même résultat, en maintenant la densité du flux aussi faible que possible.

Par suite, pour diminuer les causes d'erreur dues aux phénomènes d'hystérésis, il faut employer une pièce de fer doux ayant une très petite ou une très grande masse. Dans le premier cas, on obtient une diminution de puissance et, dans le second, une augmentation de poids.

Dans un instrument où l'induction produite est très grande, il se présente un autre inconvénient lorsque cet instrument doit être utilisé pour mesurer des courants alternatifs. En effet, si le fer est saturé, la force exercée sera approximativement proportionnelle à la valeur instantanée du courant et les indications fournies donneront la valeur moyenne et non la valeur efficace. Le rapport existant entre la valeur moyenne et la valeur efficace varie suivant la forme de l'onde ; il s'ensuit qu'un instrument étalonné avec un courant sinusoïdal, par exemple, donnera des indications fausses si on l'utilise pour mesurer des courants dont l'onde a son sommet allongé ou aplati.

D'autre part, dans les instruments qui n'exigent qu'une faible induction, la force exercée est, à peu de chose près, proportionnelle au carré de l'intensité. Dans ces conditions, l'instrument donne très approximativement la valeur efficace, quelle que soit la forme de l'onde.

On admet souvent qu'un instrument pouvant fournir des indications pratiquement indépendantes de la fréquence du courant à mesurer peut donner également des indications exactes, quelle que soit la forme de l'onde et réciproquement. Le fait est exact en ce qui concerne les erreurs dues uniquement à des phénomènes de self-induction, mais il ne l'est plus lorsque l'erreur provient du fer lui-même.

Tout instrument dont les indications sont indépendantes de la valeur du carré de l'intensité du courant à mesurer donne nécessairement des indications inexactes avec tout courant dont la forme de l'onde diffère de celle du courant qui a servi à l'étalonnage, bien que, pour une forme d'onde donnée, les indications fournies puissent être entièrement indépendantes de la fréquence.

Ce fait apparaît nettement dans les courbes que reproduit la figure 7, courbes donnant les résultats obtenus par M. Benischke (1) avec un instrument constitué par un long solénoïde à l'intérieur duquel était disposé un mince fil de fer complètement saturé. Il a constaté que l'action de la fréquence était absolument négligeable et que les ondes A et B (fig. 8), dont la forme diffère de l'onde sinusoïdale C, donnaient lieu à des erreurs de lecture supérieures à 12 0/0.

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1901, p. 301.

Les valeurs de la constante égale à

$$\frac{\text{valeur maximum}}{\text{valeur efficace}}$$

étaient de 1,2 pour la courbe A et de 1,76 pour la courbe B. Ces formes d'onde diffèrent de l'onde

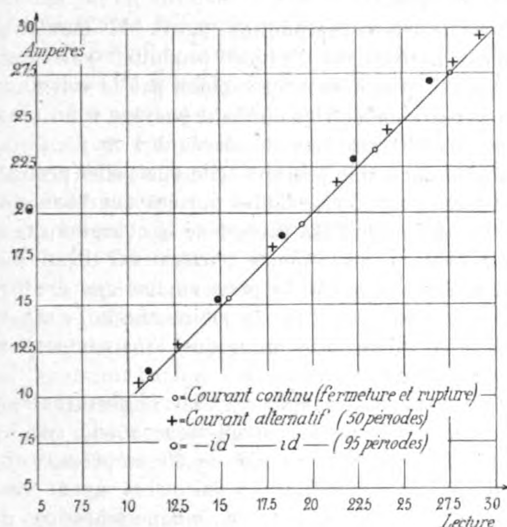


Fig. 9.

sinusoïdale (rapport = 1,41) autant que les formes quelconques d'ondes qui se rencontrent dans la pratique.

Ce cas doit être considéré comme exceptionnel,

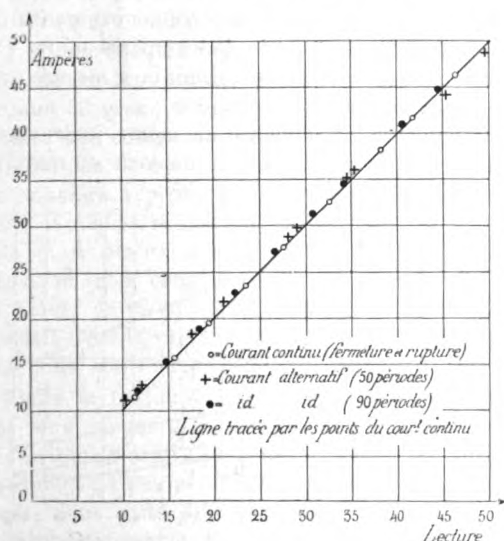


Fig. 10.

car dans un instrument bien calculé, l'erreur due à cette cause ne doit pas s'élever à plus de 1 0/0 environ; en outre, dans un instrument dont le fonctionnement n'exige qu'une induction assez faible, cette erreur doit être bien inférieure encore.

Les courbes des figures 9 et 10 montrent l'effet produit par la fréquence sur deux types différents d'ampèremètres. Dans chacun de ces essais, les lectures ont été effectuées d'abord avec un courant continu, puis avec des courants alternatifs à 50 et à 95 périodes par seconde.

Les courbes de la figure 9 se rapportent à un ampèremètre de 30 ampères sortant des ateliers d'une maison de construction bien connue et comportant des pièces de fer doux fixe et mobile.

Les courbes de la figure 10 montrent les résultats obtenus avec un ampèremètre de 50 ampères du type dit « Universel » et du système Everett-Edgcumbe. Cet instrument est fondé sur un principe appliqué d'abord par M. Uppenborn, principe appliqué depuis industriellement par la société Siemens et Halske. Ce dispositif est pratiquement une modification du type Miller bien connu, modification portant sur la forme donnée aux pièces de

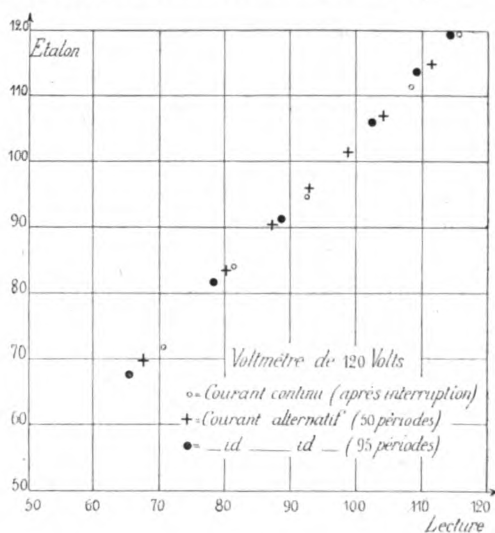


Fig. 11.

fer doux. Ces pièces, ordinairement au nombre de trois, ont la forme de disques montés excentriquement sur un axe; ils sont attirés à l'intérieur de la bobine lorsque le courant circule dans cette dernière qui a une forme plate. La section du fer et le nombre d'ampères-tours ont été calculés de manière à avoir un flux de très faible valeur. Dans ces conditions, les erreurs dues aux phénomènes d'hystérésis sont réduites au minimum, de même que les erreurs provenant de la forme des ondes.

Un autre avantage que présente ce type d'instrument, en ce qui concerne les voltmètres, provient de ce fait que la section transversale de la bobine est si petite que les effets de self-induction sont négligeables pour toutes les lectures jusqu'à plus de 80 volts. C'est ce que montre parfaitement la figure 11 sur laquelle sont indiquées les différences de lecture constatées sur un voltmètre à 120 volts, suivant que le courant était continu, alternatif à 50 périodes et alternatif à 95 périodes.

Les résultats correspondants, obtenus avec un autre voltmètre de 130 volts sortant des ateliers

d'une maison bien connue, sont indiqués sur la figure 12. Il est à peine besoin de faire remarquer que les indications fournies par le voltmètre dont les résultats sont donnés figure 11 ne sont pratiquement pas affectés par les variations de la forme de l'onde, tandis que les indications fournies

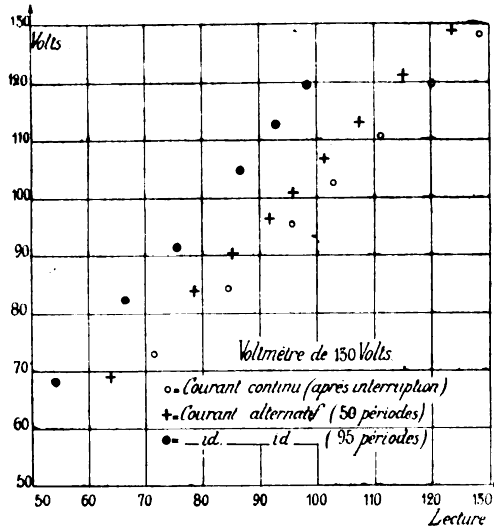


Fig. 12.

par l'autre (fig. 12) sont considérablement affectées à la fois par la forme de l'onde et par la fréquence du courant.

Les instruments à fer mobile présentent l'inconvénient d'avoir le commencement de leur graduation très rétréci. Ce fait est dû à ce que la graduation suit approximativement la loi des carrés et que l'on ne peut obtenir des divisions équidistantes que par un artifice. Ainsi, les ampèremètres à fer mobile, ne comportent que très rarement une graduation allant au-dessous du dixième du maximum et les divisions ne sont approximativement équidistantes qu'à partir du cinquième de la valeur de l'intensité maximum qu'ils peuvent mesurer. Lorsqu'on fait choix d'un ampèremètre pour un usage déterminé, on ne tient généralement pas un compte suffisant de cette particularité et, le plus souvent, lorsqu'on offre au même prix deux instruments pouvant mesurer des intensités différentes, c'est celui qui permet la mesure de la plus grande intensité qui est généralement choisi.

En ce qui concerne les voltmètres, la graduation peut être considérablement développée dans la partie utile de la graduation, tout en conservant pour le zéro une position bien déterminée de l'aiguille indicatrice.

Protection magnétique des instruments à fer mobile. — Au point de vue du bon fonctionnement des instruments de mesure placés sur un tableau de distribution, il est utile de se rendre compte du degré de perturbation apporté à ces instruments, surtout lorsqu'ils sont du type à fer mobile, par la présence des champs magnétiques de dispersion se trouvant dans leur voisinage.

Il est assez difficile de déterminer à l'avance la valeur de la perturbation due à cette cause par suite de la difficulté qu'il y a à connaître la valeur du champ résultant. Mais, toutes choses égales, d'ailleurs, on peut dire que c'est l'instrument qui fonctionne avec le champ le plus puissant qui sera le moins affecté.

Les courbes reproduites figure 13 montrent approximativement l'action produite, sur trois types d'instruments à fer mobile, par le voisinage d'une barre collectrice donnant passage à un courant de 1000 ampères et placée à 1 m de l'instrument dans une position telle que l'effet produit soit maximum. Les valeurs portées sur l'axe des abscisses donnent les valeurs de la charge en tant pour cent et les valeurs portées sur l'axe des ordonnées indiquent le pourcentage des erreurs de lecture par rapport à la pleine charge, c'est-à-dire à la valeur maximum que l'instrument est susceptible de mesurer.

La courbe A se rapporte à l'action perturbatrice produite par le champ magnétique voisin sur un ampèremètre à fer mobile de 30 ampères, renfermé dans un boîtier en laiton et ayant une bobine exerçant une force magnétomotrice de 450 ampères-tours. Cet instrument comporte une pièce fixe de fer doux repoussant une autre pièce mobile. L'erreur pour cent est pratiquement constante dans toute l'étendue de l'échelle.

La courbe B est celle d'un ampèremètre de 10 ampères du type « Universel », système Everett-Edgcumbe, dont la boîte en fonte avait été enlevée. Cet instrument comporte une bobine exerçant une force magnétomotrice de 400 ampères-tours. On doit remarquer que l'erreur diminue à mesure que la charge augmente.

La courbe C se rapporte au même instrument avec ses organes disposés sur un socle en matière

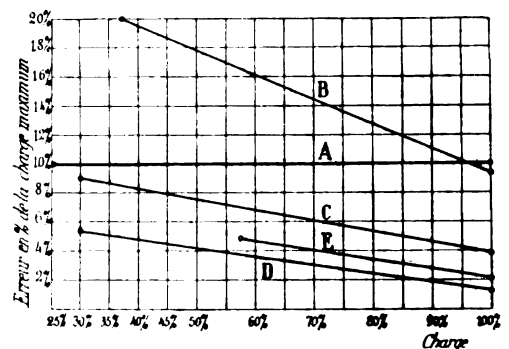


Fig. 13.

isolante, le tout placé dans un boîtier en fonte; la courbe D a été obtenue avec le même instrument, mais, indépendamment du boîtier en fonte, les organes étaient montés sur un socle de fonte au lieu d'un socle en matière isolante.

La courbe E donne la valeur des erreurs produites dans un voltmètre du type Siemens et

Halske de 130 volts, instrument construit d'après un principe ayant beaucoup d'analogie avec celui sur lequel est fondée la construction des appareils « Universels ». Ce voltmètre Siemens et Halske est logé dans un boîtier en fonte et il se trouve protégé contre l'influence des champs magnétiques voisins par ce fait que la bobine est disposée sur une feuille de fer doux et, de plus, entourée sur les côtés par une bande de même métal courbée et arrondie de manière à constituer avec la feuille métallique servant de fond une caisse ouverte.

Bien que, comme on le voit sur la figure 13, d'après les courbes B, C, D et E, l'erreur soit plus grande à mesure que la charge diminue, l'action perturbatrice du champ magnétique est négligeable sur l'instrument au zéro.

A ce sujet, il ne sera pas inutile de présenter quelques observations sur l'influence exercée sur la précision des instruments par les écrans dont on les munit parfois. On a d'abord essayé de loger les instruments à fer doux dans des boîtiers en fonte; mais, comme on devait s'y attendre, il en est résulté une augmentation des effets d'hystérésis et, par suite, une cause d'erreur plus grande. Il est évident que si la bobine ordinaire se trouve placée dans une boîte en fonte, le flux produit par cette bobine traversera la fonte et produira une augmentation des effets d'hystérésis. Toutefois, dans les instruments de la maison Siemens et Halske et dans ceux du type Everett-Edgcumbe, on peut utiliser sans inconvénient un boîtier en fonte, parce qu'il n'y a qu'une très faible partie du flux qui traverse le fer de ce boîtier.

Les courbes de la figure 13 ont été établies en plaçant les instruments à examiner à côté d'une bobine de grand diamètre dans laquelle on faisait passer des courants d'intensités différentes. Les dimensions de cette bobine avaient été calculées de manière à produire une action équivalente à celle d'une barre collectrice de longueur infinie; elle était placée à une distance déterminée de l'instrument à contrôler, puis on avait déterminé la valeur de la constante et constaté qu'elle concordait avec la valeur calculée dans les limites de précision réalisables avec toute lecture.

Dans la pratique, les barres collectrices n'ont pas une longueur infinie; aussi les erreurs des indications fournies par les instruments de mesure sont-elles un peu plus faibles que les valeurs obtenues, mais cette différence peut être considérée comme négligeable. En effet, si la longueur réelle d'une barre collectrice est égale à quatre fois la distance qui la sépare de l'instrument, l'effet perturbateur est inférieur d'environ 3 0/0 à celui qui se produirait si la barre avait une longueur infinie.

Ainsi qu'on l'a déjà dit, les courbes ont été établies avec la bobine placée dans la position donnant le maximum d'effet. On a constaté que, pour toute autre position, ce qu'il fallait du reste prévoir, l'action perturbatrice était proportionnelle au cosinus de l'angle formé par les deux positions; de plus, l'effet était proportionnel à l'intensité du courant circulant dans la bobine et inversement proportionnel à la distance séparant l'instrument de la bobine remplaçant la barre collectrice. Les valeurs ont été réduites à 1000 ampères pour l'intensité du courant et à 1 m pour la distance.

Pour les instruments dans lesquels l'axe de la bobine est horizontal et perpendiculaire à la barre collectrice, la position la plus désavantageuse pour cette dernière est d'être placée au-dessus ou au-dessous de la bobine de l'instrument, tandis que, si l'axe de cette bobine est vertical, la position de la barre la plus désavantageuse est d'être fixée derrière l'instrument. A ce propos, il est utile de faire remarquer que, dans le dernier modèle d'instruments du type dit « Universel », l'axe de la bobine est parallèle à une barre collectrice horizontale, ce qui a pour effet d'annuler toute action perturbatrice.

Afin de réduire au minimum l'action due aux champs magnétiques voisins, il est nécessaire de maintenir aussi rapprochées que possible les barres collectrices positive et négative, ainsi que les conducteurs amenant le courant à l'instrument de mesure.

(A suivre.)

INFLUENCE DES TERRES

SUR LE COMPAS DE ROUTE

On sait que l'approche d'une terre est souvent la cause de déviations importantes de l'aiguille du compas de route et, d'après certaines observations, cette déviation atteint quelquefois jusqu'à 30° pendant un quart d'heure ou vingt minutes; de plus ces observations tendent à prouver que les roches magnétiques de l'hémisphère nord exercent une attraction sur la pointe nord de l'aiguille. Ainsi un navire, longeant la terre, sera porté à se diriger de plus en plus vers elle. Aussi recommande-t-on la connaissance préalable, aux attérages, des déviations du compas à tous les caps et pour tous les points déterminés d'un parcours afin de pouvoir se diriger sûrement. Cette question de l'influence magnétique de certaines terres sur le compas de route a été remise en discussion ces temps derniers à la suite du naufrage du paquebot danois *Norge* sur les écueils de l'île de Rockall, à l'ouest des Hébrides le 28 juin dernier; désastre qui coûta la vie à six cents personnes. On n'a pu expliquer l'erreur du commandant et la fausse route parcourue que par l'influence de la terre sur l'aiguille du compas. Parmi les dépositions qui ont été présentées à l'enquête, deux principalement ont conclu à une déviation magnétique importante par la terre. Le capitaine Hveysel commandant le steamer *Carl*, déclare que dans un voyage des

Etats-Unis en Danemark, après avoir fait le point soigneusement par observations astronomiques solaire et stellaire, il constata, dans le voisinage de Rockall une déviation anormale de 10 à 11° qui, selon lui, était due à une influence magnétique de la terre. Au bout de quelques heures, avant minuit, le compas avait repris sa direction normale.

Le capitaine Horner, du bateau anglais *Elixir* qui passa près de Rockall au cours d'une traversée entre la Floride et Linhamn en Suède, observa vers le soir une déviation de 9°. « Je gouvernais, dit-il, à passer à 20 milles au nord de Rockall et j'ai pu me rendre compte que je faisais route à 45 milles nord. Si j'avais été sur les côtes sud, j'aurais pu avoir le même sort que *le Norge* ».

Notre confrère *Western Electrician*, qui cite ces dispositions, demande avec juste raison qu'une suite d'observations précises détermine exactement les déviations occasionnées par le voisinage des roches de l'ile de Rockall.

Il y a en effet plusieurs questions à élucider le plus rapidement possible à ce sujet afin que des désastres semblables à celui du *Norge* ne se renouvellent pas.

Cette déviation est-elle constante? Si oui, de combien de degrés? pendant combien de temps se produit-elle? à quels caps? à quelle heure? Sinon, quelles sont les conditions de saison ou de l'atmosphère qui influent sur ces déviations irrégulières? Ce sont là des problèmes intéressant au plus haut point la navigation qu'il convient d'étudier et de résoudre. Quoi qu'il en soit, cette discussion spéciale prouve une fois de plus, avec bon nombre d'exemples passés, que si les indications du compas constituent en principe un élément de la navigation, il convient de ne pas s'y fier aveuglément dans la pratique et il faut au contraire les contrôler avec soin et les rectifier par des observations journalières et sans cesse renouvelées.

G. D.

BIBLIOGRAPHIE

Les câbles sous-marins, leur protection en temps de paix et en temps de guerre, par Paul Jouhannaud, docteur en droit, avocat à la Cour d'appel, chef-adjoint du cabinet du sous-secrétaire d'Etat des postes et des télégraphes.

Un volume, format 250 × 165 mm de 320 pages avec cartes. Prix : 8 francs. (Paris, librairie de la Société du recueil général des lois et arrêts.)

Voilà, certes, un travail complètement d'actualité au moment où la guerre en Extrême-Orient remet en question la protection des câbles sous-marins.

L'étude juridique de ce sujet présente un grand intérêt pour cette branche spéciale de l'industrie électrique, dont l'importance s'accroît chaque jour davantage et qui contribue pour une si large part au progrès économique et social.

S'appuyant sur les documents officiels, cette étude très complète constitue un travail de premier ordre où l'auteur a fait preuve, non seulement de connaissances juridiques très étendues, mais aussi de connaissances techniques qui ajoutent, s'il est possible, encore plus d'intérêt à la lecture de cet ouvrage.

Rien n'a été oublié pour rendre ce document complet; c'est ainsi que l'on y trouve, dans la première partie, des notions élémentaires sur la constitution d'un câble sous-marin, sa pose et sa réparation, ainsi qu'un rapide historique du développement du réseau sous-marin, le tout accompagné de statistiques des plus intéressantes. Cette première partie se termine par un exposé des conditions d'atterrissement, des modes d'exploitation et du régime des concessions.

Les deuxième et troisième parties traitent de la protection des câbles sous-marins en temps de paix et en temps de guerre. Cette étude appartient exclusivement au domaine du droit et notre incompétence en pareille matière ne nous permet pas de l'apprécier comme elle mériterait certainement de l'être. Toutefois, nous pouvons dire que ces deux parties sont d'une lecture agréable par suite des considérations personnelles de l'auteur, qui a su rendre très attrayante une question de droit international.

La télégraphie sans fil ne pouvait manquer d'attirer l'attention de M. Jouhannaud, aussi a-t-il consacré à cette étude un appendice qui ne comporte pas moins de deux chapitres.

Une bibliographie très complète termine l'ouvrage et ceux que la question des câbles sous-marins intéresse plus ou moins directement y trouveront la liste, probablement unique, de tout ce qui a été publié jusqu'à présent sur cette application de l'électricité, si importante à tous les points de vue.

En terminant, nous sommes heureux de pouvoir adresser nos plus sincères félicitations à M. Jouhannaud pour avoir mené à bonne fin, et avec un véritable succès, une tâche aussi ardue et difficile.

D'un style élégant et en même temps très sobre, ce livre sera certainement apprécié, comme il le mérite, aussi bien à l'étranger qu'en France.

J.-A. M.

Résistance, inductance et capacité, par J. Rodet, ingénieur des arts et manufactures. — Un volume format 23 × 14 cm de x-257 pages avec 76 figures. Prix : 7 francs. (Paris, librairie Gauthier-Villars.)

L'auteur a clairement exposé, dans sa préface, le but qu'il a poursuivi en publiant ce nouvel ouvrage.

Nous ne saurions mieux faire que de reproduire un extrait de cette préface, en ajoutant que M. Rodet a consciencieusement rempli le programme qu'il s'était tracé et que les lecteurs y trouveront nombre de renseignements pratiques de la plus grande utilité.

Voici comment l'auteur expose son programme :

« La pratique industrielle m'a fréquemment conduit à l'étude de questions relatives à la résistance, à l'inductance et à la capacité. J'ai été amené de la sorte à rassembler pour mon propre usage un assez grand nombre de notes recueillies dans diverses publications, ainsi que des études et des résultats d'expériences personnelles.

« D'autre part, j'ai jugé nécessaire de connaître la théorie même de certains phénomènes électriques, ainsi que les méthodes d'établissement de quelques formules relatives à l'inductance et à la capacité. La plupart de ces théories et de ces formules étaient déjà établies, mais elles se trouvent exposées dans des publications nombreuses, parfois étrangères, et leur compilation eût été fort laborieuse et souvent même impraticable. Dans beaucoup de cas, j'ai préféré suppléer par des études personnelles à ces recherches dans la littérature technique.

« L'importance des sujets traités, due principalement au grand essor qu'a pris l'utilisation des courants alternatifs simples et des courants polyphasés, m'a induit à penser que ces notes et ces études, complétées, coordonnées et présentées sous une forme didactique, pourraient être utiles à un assez grand nombre d'électriciens...

« Je me suis efforcé de faciliter la lecture de l'ouvrage et de le rendre pratique à l'aide de diagrammes, d'exemples numériques et de tableaux. »



Recueil de législation concernant la propriété industrielle et commerciale, publié par l'Office national de la propriété industrielle (Conservatoire national des arts et métiers). — Un volume format 19 × 13 cm de vi-314 pages. (Paris, Bernard, éditeur).

Ce recueil, indispensable à tous ceux qui prennent ou exploitent des brevets, renferme le texte des lois qui régissent actuellement, en France, les diverses manifestations de la propriété industrielle (brevets d'invention, marques de fabrique ou de commerce, dessins et modèles industriels, nom commercial, concurrence déloyale, indications de provenance, secret de fabrique, médailles et récompenses industrielles, expositions publiques).

On y trouve également le texte des différentes conventions d'union et un résumé succinct des diverses prescriptions à observer dans les pays étrangers pour la protection des inventions brevetables et des marques de fabrique.

C'est un document indispensable et un véritable guide des inventeurs, qui trouveront dans ce recueil tous les renseignements officiels nécessaires.



Monographien über angewandte Elektrochemie. XVI Band. Die Darstellung des Zinks auf elektrolytischem Wege *(Monographies sur l'électrochimie appliquée. XVIe volume. Obtention du zinc par les procédés électrolytiques)*, par le docteur Emile Gunther. Un volume, format 17 × 25 cm de xii-245 pages avec 59 fig. Prix : broché : 10 mark. (Halle s/Saale, Wilhelm Knapp, éditeur, 1904).

Nous avons déjà eu maintes fois l'occasion de signaler le recueil de monographies sur l'électrochimie appliquée, publiées par la maison Wilhelm Knapp, et en dernier lieu dans l'*Electricien* du 19 novembre 1904, p. 333-334. Le seizième volume de cette collection, édité avec le même soin que les précédents, est dû à un ingénieur des mines qui s'est occupé lui-même, pendant un certain temps, de la production industrielle du zinc électrolytique. Bien que, depuis quelques années, cette production semble à peu près suspendue — en effet elle ne semble plus être effectuée que dans une seule usine. — M. Günther estime qu'elle peut prendre un caractère rémunérateur dans cetaines conditions favorables. Sans doute, cette industrie offre plus de difficultés que la production électrolytique du cuivre, par exemple, mais les difficultés en question ne semblent pas être insurmontables, en présence des progrès déjà réalisés par l'électrochimie. Aussi M. Günther s'est-il attaché à résumer, dans le présent volume, au profit des chercheurs et des industriels, tout ce qui a été jusqu'ici écrit sur la question, particulièrement dans les publications techniques de langues anglaise et allemande, en y ajoutant un compte-rendu de ses propres observations. Après une introduction traitant des propriétés, de la production ordinaire, de l'emploi, de l'obtention électrolytique du zinc, l'auteur divise son étude en deux grandes parties. La première partie est consacrée à l'électrolyse des solutions aqueuses; elle passe en revue les procédés qui utilisent le travail de l'anode et ceux qui emploient des anodes solubles. La seconde partie traite de l'électrolyse des sels de zinc par fusion. Une annexe donne trois devis différents : 1° Pour le cas de la production du courant par la vapeur; 2° pour celui de la production du courant par l'énergie hydraulique; 3° pour celui de l'emploi d'un bain du système Hœpfner.

CHRONIQUE

La pile « Heil ».

Les journaux allemands signalent une nouvelle pile, construite par M. l'ingénieur Albrecht Heil et mise en vente par la maison Umbreit et Matthei de Leipzig-Plagwitz, dans la composition de laquelle entrent du protochlorure de mercure, du zinc et une solution à base de soude. Cette pile conserve, jusqu'à épuisement complet, une tension élevée; elle présente en outre une résistance intérieure très faible et, par suite, elle peut débiter d'une façon constante d'assez grandes intensités. A l'état de repos sa consommation est à peu près nulle; sous une forme compacte, elle donne des effets très énergiques et fournit une source de courant disponible, en tout temps, pour diverses fins. A circuit ouvert, l'élément Heil a une force électromotrice de 1,32 volts. A circuit fermé d'une manière permanente, sa force électromotrice ne descend que très peu au-dessous de 1,32 volts; elle se maintient en effet constamment au-dessus de 1,2 volts jusqu'à ce que la masse dépolarisante soit épuisée. Pourvu que l'on renouvelle les électrodes et la solution, l'élément Heil fournit invariablement la même quantité de courant; il peut fonctionner de façon continue ou par intermittences dans toutes conditions que l'on désire. La polarisation, même avec une prise maximum de courant, est nulle, si on met l'élément en court-circuit et que l'on observe aussitôt après, à circuit ouvert, le voltmètre préalablement relié à l'élément, on constate que l'aiguille du voltmètre en question ne tarde pas à revenir à 1,25 — 1,30 volts. Comme on l'a dit plus haut, on donne à la pile Heil une solution à base de soude; afin de pré-

venir les effets nuisibles de l'acide carbonique de l'atmosphère (formation de carbonate de soude) et des cristallisations, on verse sur cette solution un peu d'huile de vaseline ou de pétrole. Le nouvel élément se construit sous trois types différents ayant des capacités de 7,5, 15 et 30 ampères-heure, avec des intensités variant entre 0,25 et 2 ampères. La pile Heil se prête spécialement aux opérations électrochimiques, à l'actionnement continu des microphones, à la charge des petits accumulateurs, enfin à l'alimentation de petits moteurs et de lampes à incandescence et particulièrement des lampes Auer à osmium de 2-10 volts. — G.

Sécurité contre les risques d'incendie offerts par les installations électriques.

Pour combattre une opinion assez généralement répandue et qui tend à attribuer la plupart des sinistres à l'action de l'électricité et plus particulièrement aux méfaits du fâcheux « court-circuit », l'*Elektrotechnischer Neuigkets-Anzeiger* signale un rapport que la direction du service d'extinction des incendies de Berlin vient de faire paraître sur ses opérations durant l'année 1903. D'après ce rapport, sur 1923 sinistres survenus dans Berlin et signalés au cours de l'année ci-dessus, 21, c'est-à-dire 1 0/0 seulement, ont été provoqués, ainsi que les enquêtes effectuées dans chaque cas l'ont établi, par des conducteurs électriques défectueux ; par contre, 34 incendies ont été occasionnés par des conduites de gaz, 82 par des installations de chauffage, etc., etc. Ces chiffres amènent notre confrère à conclure que les appréhensions inspirées par la présence de conducteurs électriques ne sont guère fondées et que l'emploi de l'électricité comporte un minimum de risques, pourvu, naturellement, que l'on confie l'établissement des installations électriques à des constructeurs expérimentés et consciencieux et que l'on ait soin de se livrer à des révisions périodiques. — G.

La lampe à arc « Bébé ».

La *Technische Woche* annonce l'apparition, sur le marché, d'une nouvelle lampe à arc, dite « Bébé », qui fonctionne avec du courant continu, soit comme lampe monophote sur les réseaux de 110-150 volts, soit encore montée en série, avec une seconde lampe, sur des réseaux de 220-250 volts. Dans ce dernier cas, les deux lampes, qui se montent directement sur le réseau comme celles à incandescence et qui sont réglées pour une intensité d'environ 1,5 ampère, consomment chacune à peu près 120 watts et donnent alors, avec l'arc à nu, une intensité sphérique moyenne d'environ 150 bougies Hefner. La consommation de charbon est si faible que la lampe « Bébé » peut brûler durant 10 à 12 heures.

Lorsque son charbon inférieur est usé, elle se met automatiquement hors circuit. Son prix de revient serait peu élevé ; de plus, la dépense que comporte son fonctionnement serait la moitié de celle des lampes à incandescence. — G.

Une nouvelle lampe à acétylène.

La *Technische Woche* nous apprend que M. F. Hubert, de Breslau, est parvenu à construire une nouvelle lampe à acétylène, pourvue d'un mécanisme très simple, qui peut indifféremment s'installer sur une table, s'accrocher à un mur ou prendre place dans une suspension. Cette lampe possède un récipient d'eau d'environ 30 cm de hauteur dans lequel on insère un récipient plus petit contenant le carbure. Ce dernier est recouvert d'une cloche qui plonge dans l'eau du grand récipient et rend ainsi le carbure inaccessible à l'air ambiant. Quand on tourne un crochet ménagé dans la partie supérieure de la lampe, de l'eau pénètre dans le récipient de carbure et il se produit un dégagement de gaz. Au sommet de la cloche est fixé le brûleur par lequel s'échappe l'acétylène, après ouverture d'un robinet. La flamme est toujours uniformément calme et brillante, car la cloche règle très exactement la pression du gaz. En donnant un éclairement de 30 bougies, la lampe Hubert ne consomme que 50 gr de carbure à l'heure ; elle fonctionne donc, sans interruption, durant 8 à 10 heures, car elle peut recevoir une charge de 500 gr. Par suite, avec le carbure au prix de 0,0375 — 0,50 fr le kilogramme, elle ne dépense pas même 0,025 fr par heure. La lampe en question, dont le prix de revient ne dépasse point celui d'une bonne lampe à pétrole, aurait jusqu'ici donné d'excellents résultats dans la pratique. — G.

L'éclairage électrique dans les théâtres.

Dans un article publié par la *Zeitschrift fur die gesamte Versicherungwissenchaft*, M. le docteur O. May donne certains conseils pour éviter les catastrophes lors des incendies de théâtres.

L'auteur divise son travail en deux parties : l'une s'occupant d'architecture et l'autre traitant de l'éclairage.

L'éclairage de secours par les bougies est plus simple, plus sûr, plus facile à entretenir et à desservir que les lampes à huile ou au pétrole. Mais les bougies ont l'inconvénient d'être trop facilement éteintes, dans un incendie, par la fumée ou par l'eau. Un éclairage de secours électrique, par contre, ne manquera pas aussi facilement ; il remplira son but tant que les lampes à incandescence ne seront pas endommagées et que les fils ne seront pas rompus.

Quant à la manière la meilleure et la plus sûre d'installer un éclairage de secours électrique, diverses propositions ont été faites : l'une consiste à relier séparément chaque lampe de secours électrique à un petit accumulateur spécial et à charger tous les accumulateurs par un câble commun alimenté par une seule dynamo, mais de les disjoindre de la conduite pendant le temps que l'éclairage de secours fonctionne. De cette manière, les lampes, ayant chacune sa source de courant spéciale, continueraient à éclairer si le conducteur était endommagé.

Bien que cette proposition soit très alléchante, elle n'a aucune chance d'être adoptée, parce que l'entretien d'un aussi grand nombre d'accumulateurs répartis dans tous les coins du théâtre, présenterait trop de difficultés, sans compter les frais élevés que cet entretien entraînerait. Il est préférable d'alimenter les lampes de secours électriques au moyen d'une batterie d'accumulateurs commune posée à un endroit à l'abri du feu et d'un câble spécial.

L'auteur considère que cette batterie doit simultanément être employée pour l'alimentation de l'éclairage de la scène, qui n'exige pas moins de précautions que l'éclairage de secours et qui, par conséquent, doit éga-

ement rester en dehors de tous les désordres possibles avec l'exploitation directe par les machines.

L'éclairage principal serait alors directement effectué par le réseau de câbles de l'usine électrique ou, par une installation spéciale de machines électriques, qui, dans ce cas, devrait être entièrement en double.

Il conviendra également d'avoir, comme réserve, pour l'éclairage de secours et pour celui de la scène, une seconde batterie d'accumulateurs avec tous les accessoires.

Dans une lettre adressée à la *Elektrotechnischen Zeitschrift*, M. Gaisberg fait observer, à propos des explications de M. le docteur May, qu'il ne serait pas pratique de faire alimenter par une batterie commune l'éclairage de secours et celui de la scène. D'abord, il faut exiger un éclairage de secours aussi bien pour la scène que pour les autres salles ou locaux du théâtre, et ensuite, si la batterie de secours était utilisée simultanément pour l'éclairage de la scène dont la consommation varie énormément, elle serait à certains moments trop surchargée. M. Gaisberg cite comme un modèle d'éclairage de secours celui du théâtre allemand de Hambourg. La batterie est placée dans le sous-sol et raccordée au réseau de câbles de la rue. Les circuits de courant de l'éclairage de secours, qui ne possèdent aucun disjoncteur séparé, ne peuvent être disjoints que lorsque la batterie est coupée du réseau de câbles de la rue.

Une charge de la batterie suffit pour trois représentations.

Il y a en tout 117 lampes de secours; ce sont généralement des lampes à incandescence à filament de carbone de 10 bougies. La clarté obtenue est grandement suffisante.

L'éclairage ordinaire du théâtre est effectué par deux systèmes séparés de conducteurs, dont l'un est raccordé au réseau de câbles de rues passant devant le théâtre et l'autre à celui passant derrière.

-oo-

La télégraphie et la téléphonie dans le Congo belge.

L'*Archiv für Post und Telegraphie* de Berlin publie, sur les services télégraphique et téléphonique du Congo belge, une intéressante étude qui contient, entre autres, les détails suivants :

Dans les forêts vierges, les fils électriques sont installés, autant que possible, sur des arbres et, là où des supports de ce genre ne se rencontrent pas, sur des poteaux en fer. Ces fils, en bronze phosphoreux, ont reçu une couche de peinture noire; on a dû recourir à l'emploi de cette couleur pour ne pas exciter la cupidité des indigènes qui recherchent passionnément et s'approprient tous les articles en cuivre leur tombant sous la main. En outre, on a également peint en noir tous les objets brillants qui se rencontrent sur les lignes, par exemple les isolateurs. La trouée pratiquée pour le passage des lignes est de 10 m de largeur ou plus; on met ainsi les fils à l'abri des effets des incendies et de la chute des arbres. En outre des trois bureaux télégraphiques de Léopoldville, Kwamouth et Coquithatville, on rencontre 9 bureaux et 6 cabines téléphoniques. Ces dernières servent à la correspondance des bateaux à vapeur. Ce sont les premières heures suivant immédiatement le coucher du soleil qui se prêtent le mieux aux communications téléphoniques. On téléphone directement de Matadi à Kwamouth (633 km); entre Kwamouth et Boma (685 km), on parvient encore à distinguer les voix. A partir de dix heures du matin, la chaleur rend les communications par téléphone impossibles, particulièrement durant la saison des pluies. On a dû renoncer, pour des motifs d'économie, à donner aux circuits téléphoniques des fils de retour; par suite il se produit, au milieu de la journée, des courants perturbateurs empêchant toute communication. Cet inconvénient disparaîtra probablement, lorsqu'on aura pu installer des circuits entièrement métalliques. Les principaux ennemis des lignes téléphoniques sont les bêtes sauvages. Durant la saison des pluies, des décharges d'électricité atmosphérique frappent fréquemment les conducteurs. De là, la nécessité d'avoir constamment des équipes d'ouvriers, chargées de l'entretien du réseau. Depuis deux ans, l'administration congolaise se livre, entre Boma et Ambrizette, à des essais de télégraphie sans fil, en vue de mettre son réseau terrestre en communication avec les câbles sous-marins. — G.

-oo-

Une nouvelle substance isolante, la Lava.

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* rapporte que la société américaine « Lava » prépare, avec du talc, une nouvelle substance isolante. A cet effet, on soumet le talc employé à une température d'environ 1100° C, ce qui lui donne une très grande dureté. Les objets fabriqués avec le talc ainsi traité résistent facilement à des températures très élevées et peuvent, par suite, entrer dans la composition des lampes à arc, des bobines de résistance, etc. Cette substance ne contient ni oxyde métallique ni autres impuretés susceptibles d'atténuer ses propriétés isolantes. Elle présente un coefficient de dilatation très faible et elle ne se déforme pas sous l'action de la chaleur. Des expériences ont démontré que, par 0,0254 mm d'épaisseur, elle supporte une tension de 75 à 250 volts. Le talc, soumis à la température ci-dessus, a reçu le nom de *Lava;* il coûte moins cher que le mica et offre en outre cet avantage qu'il peut prendre une force quelconque. — G.

-oo-

Le marché électrique de la Pologne russe.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* signale la Pologne russe comme offrant un excellent débouché pour les appareils électriques de toutes sortes : moteurs, batteries, dynamos, accumulateurs, lampes à incandescence, lampes à arc, jouets et sonneries électriques. A Varsovie, la vente est encore peu active, mais elle prendra certainement de l'extension dès la fin de la guerre russo-japonaise, d'autant plus qu'une usine centrale a été récemment inaugurée dans cette ville. Pour le moment, c'est surtout l'éclairage électrique qui tend à se vulgariser chez les particuliers et les commerçants. — G.

-oo-

L'éclairage électrique en Allemagne.

En prononçant son discours présidentiel à la Junior Institution des ingénieurs de Londres, le 18 novembre dernier, M. W. Lindley présente quelques remarques sur le développement de certaines stations d'électricité desquelles il s'est occupé en Allemagne. La première ville qui a adopté l'éclairage électrique est Berlin, en 1885. Le réseau de cette ville a atteint une puissance

totale de 61 000 kw produisant annuellement 100 millions de kw-heure. La station d'Elberfeld vient ensuite et date de 1887. Ces deux stations emploient le courant continu. Le conférencier décrit ensuite la station de Francfort, construite en 1889, alors que le professeur Kittler et lui-même proposèrent dans leur rapport l'adoption du courant alternatif, qui prit de l'extension à partir de l'exposition d'électricité de Francfort, en 1891. Cette question fut de nouveau traitée par M. Oscar Millar et lui-même en 1892 et les courants alternatifs furent définitivement adoptés après une controverse de quatre ans et demi par les autorités de la ville.

M. Lindley se reporte alors aux lignes de distribution à haute tension de Francfort, décrit le réseau à basse tension, les transformateurs et les puissantes génératrices de la station et montre les prix si bas de la distribution pour la force motrice. Il passe ensuite à la description de la station d'Elberfeld. Cette station a adopté les courants alternatifs en 1898, d'après ses plans et sous sa direction; la tension a été élevée de 3000 à 4000 volts, limitant la chute de tension dans les feeders primaires du réseau à 2,5 0/0 et dans le réseau secondaire à 1,3 0/0 et permettant ainsi de distribuer de grandes quantités d'énergie à tous les points des districts sans inconvénient.

Les résultats économiques obtenus par l'emploi des turbines Parsons à Elberfeld sont très remarquables; les dépenses d'exploitation par kilowatt-heure fourni étant réduites à 0,7 penny et la consommation de charbon étant d'environ 1 kg par unité. — A. H. B.

Les tramways électriques de Vienne (Autriche), en 1903.

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* donne l'analyse ci-après d'un rapport que l'administration municipale des tramways électriques de Vienne (Autriche) a publié sur ses opérations durant le deuxième semestre de 1903. Le réseau de ces tramways avait atteint, à la fin de 1903, un développement de lignes de 170,5 km, avec 335,7 km de voies. Sur un parcours de 155,8 km, la canalisation est aérienne; elle est souterraine sur les 15 km restants. Le parc du matériel roulant comprend 945 voitures automotrices, 725 voitures d'attelage et 56 voitures des anciens tramways à chevaux, non encore transformées, plus 147 charrues chasse-neige. Au 31 décembre 1903, le personnel employé se composait de 6 128 unités, dont 279 employés, employées et employés auxiliaires, 4 077 sous-agents, 1 731 professionnels, etc. Durant le deuxième semestre, les parcours se sont élevés à 22 997 603 voitures-kilomètre, — soit une augmentation de 25 0/0 sur la période correspondante de 1902, et les voyageurs ont été au nombre de 80 519 879, — soit une augmentation de 12 0/0 sur le même semestre de 1902. Comme le réseau ne s'est accru que de 7 0/0, on voit que l'intensité du trafic a augmenté dans une mesure importante. Les recettes brutes, résultant du transport des voyageurs, se sont élevées à 10 805 000 fr ou à 347,12 fr par km de ligne et par jour, ce qui fait ressortir le rendement de la voiture-kilomètre à 0,45 fr. La recette moyenne, par voyageur, a été de 0,13 fr. La consommation de courant, pour tout le semestre examiné, s'est élevée à 12 329 906 kw-heure. Cette consommation énorme est imputable, en partie, aux nombreuses rampes importantes qui se rencontrent sur le réseau, en partie, au fonctionnement fréquent des sabliers qui doivent intervenir pour permettre un freinage rapide, et enfin au très grand nombre de points d'arrêt auxquels les voitures font halte régulièrement, qu'il y ait ou non des voyageurs à embarquer ou à débarquer. En outre, il faut remarquer que la distance moyenne, séparant les différents points d'arrêt, n'est que de 190 m, ce qui empêche les voitures de circuler à l'allure prévue par les horaires. La vitesse de marche est, en effet, fixée à 10 ou 10,5 km à l'heure en moyenne, alors que, presque partout, les voitures marchent à une allure de 15 km et même de 30 km, dans les quartiers où le terrain est favorable. Les accidents de personnes ont été, pour toute l'année 1903, au nombre de 918 : dans 16 cas, il y a eu mort d'homme; dans 84, des blessures graves et dans 818 des blessures légères. La plupart de ces accidents sont dus à l'imprudence des voyageurs qui montent et descendent alors que les voitures sont en marche. Dans 9 cas sur 17, les dispositifs de sûreté actuellement employés ont fonctionné d'une manière irréprochable. On essaie encore de nouveaux dispositifs de même espèce. Quant aux collisions de voitures, elles ont atteint le chiffre excessif de 2 385; 2 001 de ces collisions ont eu lieu avec des véhicules étrangers au service. Ces derniers accidents sont surtout imputables à l'imprudence des charretiers conduisant de lourds transports. Les résultats financiers laissent encore à désirer; pourtant, les produits de l'exploitation ont suffi pour couvrir les frais réels de service et permettre d'effectuer les versements réglementaires à l'Assistance publique (soit 7 239 231 fr), pour servir un intérêt de 4 0/0 sur le capital engagé (2 328 239 fr) et pour amortir ce capital dans la mesure de 1/8 0/0 (73 610 fr). Après paiement, à la municipalité de Vienne, de la redevance réglementaire (1 017 385 fr), il est resté une disponibilité de 136 000 fr pour distribuer des gratifications au personnel et pour constituer un fonds de renouvellement. Ces chiffres sont donc assez satisfaisants, étant donné qu'il s'agit d'une entreprise municipale qui dessert un réseau très étendu et pour laquelle la question des bénéfices passe après celle des commodités accordées au public. — G.

Les taxes téléphoniques à New-York.

Suivant l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, un syndicat de commerçants s'est constitué à New-York pour mener une campagne contre les taxes téléphoniques excessives pratiquées dans cette ville. Ce syndicat se propose d'entrer d'abord en négociations avec la compagnie exploitante et, dans le cas où il n'obtiendrait ainsi aucun résultat, de provoquer une solution de la question par voie législative. La direction de la Compagnie aurait déjà promis d'apporter au régime actuel toutes les réformes possibles. — G.

Le caloricide Victoria.

L'*Elektrotechnischer Anzeiger* fait connaître à ses lecteurs une substance préparée, sous le nom de caloricide Victoria, par la fabrique de produits chimiques de M. Max Arthur Krause de Charlottenburg. Cette substance est destinée à refroidir les paliers surchauffés et à les empêcher d'atteindre une température dangereuse. Mélangée avec les huiles de graissage, elle donnerait d'excellents résultats. — G.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

PARIS. — . DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 730 24 Décembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe.*

COMPOUNDAGE ÉLECTRO-MÉCANIQUE

DES GROUPES ÉLECTROGÈNES

Introduction. — Pour tous les ingénieurs chargés de diriger l'exploitation d'une station centrale, la recherche des moyens permettant de simplifier le service et d'en assurer la régularité a toujours été un sujet de légitime préoccupation.

Dans le cas le plus général, où il s'agit de régulariser des groupes électrogènes à courants polyphasés, le problème à résoudre est double; il faut prévoir, d'une part, le réglage de la vitesse, qui s'obtient en agissant sur les organes d'admission du moteur, et, d'autre part, le réglage de la tension, qui s'obtient en agissant sur l'excitation de la génératrice.

Avant l'application des procédés J.-L. Routin, on traitait séparément les questions qui se rapportent au réglage des génératrices électriques et celles qui visent le réglage des moteurs mécaniques.

L'électricien demandait au mécanicien de lui assurer une vitesse aussi constante que possible et, supposant cette première condition remplie, cherchait à maintenir la constance de la tension.

Réglage mécanique. — En réalité, le mécanicien, avec les moyens dont il disposait, ne pouvait jamais assurer la constance de la vitesse et il devait se borner à en limiter les variations; ce principe même de tous les modérateurs tachymétriques implique en effet qu'on admette en charge une vitesse plus faible qu'à vide. Il n'est peut-être pas inutile de rappeler sommairement la démonstration de ce fait.

Les modérateurs tachymétriques se composent d'un système déformable de tiges articulées portant des masses auxquelles on communique un mouvement de rotation et dont la vitesse est proportionnelle à celle de la machine à régler.

La force centrifuge qui agit sur les masses et qui tend à déformer le système, est équilibrée par des ressorts ou par des poids.

Dans un tel système, la déformation est fonction de la vitesse de rotation.

On conçoit dès lors que si l'on utilise cette déformation pour agir sur l'admission du fluide moteur, on ne saurait jamais dépasser la vitesse qui correspond à la fermeture complète. Lorsque la machine tourne à vide, la vitesse sera voisine de cette limite.

Lorsque la charge augmente, la vitesse décroît, le modérateur fait augmenter l'admission et l'équilibre pour le nouveau régime se produit forcément pour une vitesse inférieure. La vitesse sera donc plus grande à vide qu'en pleine charge.

Demander qu'elle reste la même reviendrait à rechercher l'équilibre indifférent du système régulateur pour une vitesse déterminée; mais alors, pour toute vitesse différente, l'équilibre sera instable et la déformation dépassera la limite dans un sens ou dans l'autre. Si nous remarquons de plus que, pour entrer en action, le système régulateur exige forcément une variation de vitesse que l'inertie maintiendra inévitablement pendant un certain temps, on en conclut que le régulateur n'agirait plus alors que pour produire intempestivement l'ouverture et la fermeture complète.

En pratique, la stabilité exige que l'écart entre la vitesse de régime à vide et la vitesse de régime en charge atteigne environ 5 à 6 0/0 et, en cas de variations brusques de la charge, il n'est pas rare de constater des variations momentanées de 10 à 20 0/0.

Au lieu d'utiliser les petites variations de la vitesse au voisinage de sa valeur normale pour actionner un modérateur tachymétrique, M. Routin a adopté un réglage dynamométrique qui maintient constamment l'équilibre entre le couple moteur et le couple résistant; on peut donc ainsi régler à volonté, soit à vitesse rigoureusement constante, soit même à vitesse croissante avec la charge.

Réglage électrique. — L'électricien n'avait donc à sa disposition qu'une vitesse variable et *forcément décroissante avec la charge : c'est là une condition défavorable* qui complique le réglage électrique, car, à la chute de tension due aux pertes ohmiques et à la réaction d'induit, vient alors s'ajouter la chute de tension due à la décroissance de vitesse.

Pour maintenir la constance de la tension, on agit sur le flux inducteur; on dispose, à cet effet, de deux moyens :

On peut :

1° Faire varier le courant d'excitation par la manœuvre d'un rhéostat. Cette opération peut être faite soit à la main, soit automatiquement, à l'aide d'un modérateur de tension; mais on reconnaît immédiatement (en raison, comme on l'a dit plus haut pour le cas des modérateurs tachymétriques) que, dans ce dernier cas, la tension en charge est forcément plus faible qu'à vide, tandis qu'elle devrait être plus

forte, afin de compenser les pertes en ligne.

2° Faire réagir le courant principal à l'aide d'un enroulement inducteur auxiliaire; dans ce cas, la génératrice est compoundée. Ce qualificatif, d'origine anglaise, signifie composé. Une machine compound est donc une machine comportant un enroulement inducteur composé.

Dans les premières machines compound à courant continu, l'artifice était des plus simples et consistait tout simplement à superposer sur les noyaux des inducteurs deux enroulements distincts parcourus respectivement par un courant dérivé et par le courant principal; on n'avait recours à aucun dispositif extérieur.

Avec les alternateurs compoundés de construction récente, les procédés employés sont devenus plus complexes; on s'est trouvé dans l'obligation d'avoir recours à des excitatrices ou transformateurs spéciaux qui ne font pas, à proprement parler, partie intégrante du système inducteur, lequel ne porte plus qu'un seul enroulement.

Le sens étymologique s'est ainsi progressivement effacé devant l'extension donnée au problème et le mot francisé *compoundage* est devenu synonyme de procédé de réglage de la tension par la réaction du courant principal.

Le compoundage est indiscutablement le procédé de réglage le plus rationnel et le plus parfait; il permet de régler à volonté, soit à tension rigoureusement constante, soit encore à tension croissante avec la charge.

Toutefois, son application aux alternateurs présentait en pratique de sérieuses difficultés; de nombreuses solutions ont été proposées dans ce but, mais aucune ne se présente avec la simplicité de celle qu'a indiqué M. Routin, et qui consiste à faire commander un rhéostat de réglage par les variations du courant principal.

Le système de compoundage de M. Routin présente le grand avantage de pouvoir s'appliquer à tous les groupes existants sans modification du système inducteur et de permettre le réglage depuis la marche à vide jusqu'à la pleine charge.

Il est à remarquer que, dans la plupart des installations actuelles, le réglage électrique s'effectue à la main, tandis que le réglage mécanique est généralement obtenu à l'aide d'un appareil automatique.

La consécration par la pratique de cette incohérence évidente dans la solution suffirait à elle seule à établir que la question était mal posée.

Le réglage électro-mécanique et le compoundage électro-mécanique. — M. Routin a été le premier à envisager le problème du réglage d'un groupe électrogène considéré dans son ensemble.

Avec les procédés actuels d'exploitation des stations centrales, la manœuvre du réglage mécanique est toujours indépendante de la manœuvre du réglage électrique. Cependant, les deux réglages sont soumis à une dépendance mutuelle évidente.

Pour une charge déterminée, les conditions de l'exploitation d'un réseau imposent, dans le cas le plus général, une vitesse et une tension parfaitement déterminées toutes deux dans le cas d'une distribution sous tension constante; cela revient à dire que, pour chaque valeur de l'intensité, la résistance du rhéostat d'excitation aussi bien que le degré d'ouverture de l'admission sont parfaitement définis.

Nous laisserons momentanément de côté l'objection qu'on pourrait soulever dans le cas de génératrices à courants alternatifs travaillant sur un réseau à facteur de puissance variable, et nous indiquerons par la suite comment M. Routin a su s'affranchir de cette difficulté.

On peut donc, en construisant convenablement le rhéostat, le relier à l'organe qui commande l'admission et effectuer, simultanément et par une seule manœuvre à la fois, le réglage électrique et le réglage mécanique.

On fait alors du réglage électro-mécanique, mais on peut encore aller plus loin et chercher à réaliser un appareil automatique assurant le réglage électro-mécanique et mis en action par les variations du courant principal. On arrive ainsi à la conception du compoundage électro-mécanique.

Le problème est exactement le même que celui qui avait été autrefois envisagé par Poncelet pour le réglage de la vitesse d'un moteur à l'aide d'un appareil dynamométrique. Toutefois, on a alors comme variable un courant électrique au lieu d'un couple mécanique et l'on peut utiliser la facilité remarquable avec laquelle l'énergie se laisse mesurer lorsqu'elle est sous forme électrique; théoriquement, le dynamomètre de transmission peut être remplacé par un simple solénoïde.

Pour que l'appareil puisse réagir contre les variations de pression du fluide moteur, il faut que toute diminution de la vitesse ou de la tension produise l'ouverture de l'admission et l'augmentation de l'excitation et inversement. Mais il faut aussi que l'ouverture de l'admission et l'augmentation de l'excitation soient

produites par l'augmentation de l'intensité du courant.

On est donc conduit forcément à un dispositif différentiel opposant les effets produits par le courant aux effets de la tension ou de la vitesse.

Cette remarque constitue, avec l'accouplement des deux réglages, la base des brevets de M. Routin.

Dans les dispositifs les plus récents de cet inventeur, le régulateur dynamométrique est de prévoir un réglage complémentaire; ce second réglage est assuré par un modérateur de vitesse et un modérateur de tension combinés avec le régulateur dynamométrique.

Indépendamment de leur rôle commun qui consiste à parfaire, dans des conditions de fonctionnement normal, le réglage de la vitesse et de la tension, ces appareils peuvent intervenir séparément dans certains cas particuliers; c'est ainsi qu'en cas de rupture dans les circuits électriques, le modérateur tachymétrique

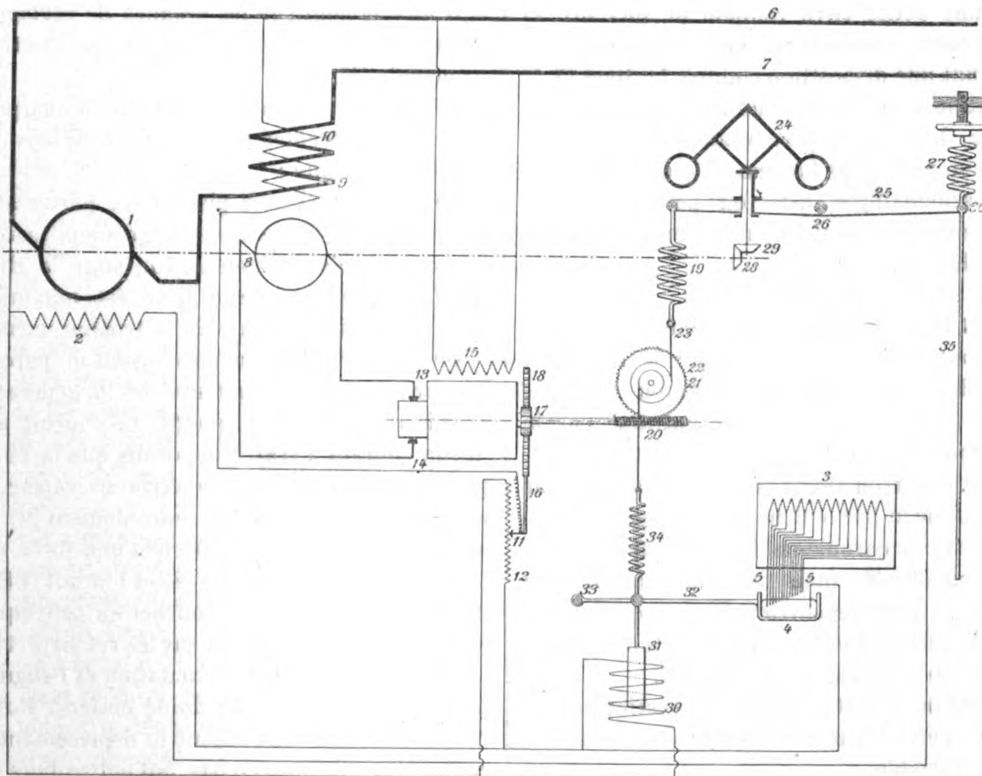


Fig. 1.

disposé de façon à être insensible, aussi bien aux variations de tension qu'aux variations de vitesse; il effectue le réglage simultané de l'admission du fluide moteur et de l'excitation de la génératrice électrique suivant les valeurs de la résistance apparente de l'ensemble des récepteurs alimentés par le réseau.

Ce premier réglage, qui s'effectue suivant la charge du réseau et sans qu'il soit besoin d'admettre une variation quelconque, même infinitésimale, dans la vitesse ou dans la tension, peut être appelé réglage dynamométrique.

Pour tenir compte des variations de la vitesse ou de la tension dues à des causes anormales, telles, par exemple, qu'une variation de la pression du fluide moteur, il est indispensable est chargé de prévenir l'emballement et ses dangers; c'est ainsi également que le modérateur de tension intervient très utilement pour compenser momentanément, par une augmentation de l'excitation, la chute de vitesse qui se produit inévitablement lorsqu'on a à répondre à une variation brusque de la charge et que des considérations de sécurité (par exemple danger de coups de bélier dans une conduite), ne permettent pas de manœuvrer le vannage assez rapidement.

Dans le cas d'une distribution d'énergie par courants alternatifs, le modérateur de tension sert également à parer aux variations du facteur de puissance.

Nous allons décrire maintenant le dispositif

employé dans le cas le plus général, où le problème posé consiste à maintenir la vitesse et la tension rigoureusement constantes ou à les faire croître avec la charge.

Suivant les cas particuliers qu'on aura à envisager, le dispositif peut être simplifié.

La figure 1 représente schématiquement la solution correspondant au cas d'une génératrice à courant continu

(1) est la génératrice à courant continu,

(2) son circuit d'excitation,

(3) son rhéostat d'excitation,

(4) une petite cuve remplie de mercure et dans laquelle viennent plonger successivement, et suivant une disposition connue, les tiges (5, 5) en relation avec les plots du rhéostat (3).

Cette disposition permettant la commande directe se prête plus facilement à une représentation schématique, mais on peut également employer un rhéostat à touches métalliques du type industriel courant.

(6, 7) sont les fils de ligne,

(8) est l'induit d'une petite génératrice auxiliaire dont le rôle sera défini par la suite. Cet induit doit être continuellement en rotation. Dans la figure, il est supposé entraîné par le même moteur que (1),

(9) est un enroulement inducteur agissant sur (8) et parcouru par le courant principal,

(10) est un enroulement inducteur agissant également sur (8), mais parcouru par un courant dérivé variable suivant la position du contact (11) sur le rhéostat (12). L'action magnétique de (9) s'oppose à celle de (10),

(12) est un rhéostat relié en dérivation sur (6) et (7) et permettant d'alimenter (10) sous une tension variable,

(13) est un moteur dont l'induit (14) est alimenté par (8), tandis que son inducteur est relié aux fils de ligne (6) et (7).

La rotation de l'induit (14) commande le déplacement de la tige (16), par exemple par l'intermédiaire du pignon (17) et d'une crémaillère (18); elle provoque également le déplacement de l'extrémité inférieure du ressort (19), par l'intermédiaire de la vis tangente (20) et de la roue dentée (21), solidaire du petit tambour (22) sur lequel vient s'enrouler une petite chaînette (23); elle produit enfin, d'une manière analogue, le déplacement de l'extrémité supérieure du ressort (34).

La tige (16) entraîne le contact (11); (24) est un modérateur tachymétrique, par exemple un régulateur à force centrifuge.

(25) est le levier du régulateur (24).

(26) est l'axe de rotation de (24).

(27) est un ressort antagoniste qui s'oppose aux actions centrifuges de (24).

(28, 29) sont deux pignons dentés servant à l'entraînement de (24).

(30) est un solénoïde relié en dérivation aux bornes de (1) et agissant sur un noyau (31) suspendu à un levier (32); ce levier (32) oscille autour du point (33).

(34) est un ressort antagoniste qui s'oppose à l'attraction magnétique.

La tige (35) articulée en (36) est supposée agir directement sur les organes de réglage du moteur qui conduit la génératrice électrique principale (1).

Fonctionnement. — Lorsque la charge est nulle, les différentes pièces sont disposées de la manière suivante :

Le contact (11) est placé à la partie supérieure de (12), de telle façon qu'aucun courant ne parcourt l'enroulement (10); pour le rhéostat (3), la résistance utilisée est maximum; c'est celle qui donne à vide la tension normale.

On voit qu'à vide aucun courant ne parcourt les enroulements inducteurs de la génératrice auxiliaire; il s'ensuit que (8) ne fournit alors aucun courant à (14). Supposons que la charge prenne brusquement une certaine valeur, les ampères-tours créés dans l'enroulement (9) provoquent aussitôt l'apparition d'une force électromotrice aux bornes de (8) et l'induit (14) du moteur (13) se mettra à tourner en provoquant à la fois, par une traction sur les ressorts (19) et (34), l'augmentation de l'excitation et l'augmentation de l'admission du fluide moteur. Mais la rotation de (14) entraînant le déplacement du contact (11), de haut en bas, fait naître dans l'enroulement (10) un courant qui va progressivement en croissant et, lorsque les ampères-tours de (10) arriveront à être égaux à ceux de (9), le mouvement s'arrêtera de lui-même.

Si les résistances élémentaires des rhéostats (3) et (12) sont convenablement réglées, on pourra arriver ainsi à maintenir la vitesse et la tension rigoureusement constantes.

Dans le cas où ces résistances élémentaires ne seraient pas convenablement réglées, le modérateur tachymétrique d'une part et le modérateur de tension, d'autre part, interviendraient à leur tour pour effectuer les corrections complémentaires.

Il est très important de remarquer que le dispositif permet d'obtenir à volonté une vitesse et une tension plus grandes à vide qu'en charge; il permet donc de compenser très facilement les

pertes en ligne qui augmentent avec la charge; il suffit pour cela de déplacer le point d'attache de 34 à 32, de façon à surexciter la génératrice.

Toute diminution de charge laissant subsister l'action d'une partie des ampères-tours de l'enroulement (10), provoque immédiatement aux bornes de (8) le passage d'une force électromotrice de sens inverse par rapport à celle qu'avait provoquée l'augmentation de charge; le moteur (13) fera donc diminuer l'admission et l'excitation de façon à maintenir le régime imposé par la vitesse et la tension.

Il convient de remarquer que l'emploi de la génératrice auxiliaire permet d'obtenir une très grande sensibilité; il suffit pour cela de la construire de façon que son circuit magnétique soit rapidement saturé (par exemple pour une valeur du courant principal égale au 1/5 de sa valeur maximum).

Le moteur au repos donne son couple normal lorsque la tension de la génératrice auxiliaire atteint une certaine fraction (par exemple 1/10 de sa valeur maximum).

Avec les valeurs donnés à titre d'exemple, le moteur développera son couple normal pour une variation de 1/50, soit 2 0/0 du courant principal.

Il faut remarquer également que la vitesse de déplacement des organes de réglage sera d'autant plus grande que la variation de charge qui la provoque sera elle-même plus importante.

Grâce à la saturation rapide du circuit magnétique de la génératrice auxiliaire, on peut éviter tout danger de détérioration de l'induit.

L'artifice employé pour augmenter la sensibilité est d'ailleurs susceptible de généralisation; en multipliant le nombre des génératrices auxiliaires et en les reliant en cascade, c'est-à-dire en alimentant l'inducteur de la 2e par l'induit de la 1re, et, d'une manière générale, l'inducteur de la n^e par l'induit de la n-1e, on peut obtenir que le moteur fournisse son couple normal pour une variation du courant principal aussi faible qu'on le voudra.

Si la première génératrice est saturée pour une valeur de $\frac{1}{k_1}$ de la valeur maximum du courant principal; la seconde pour une variation de $\frac{1}{k_2}$ de la valeur maximum du courant qu'elle peut recevoir de la 1re, la n^e pour une variation de $\frac{1}{k_n}$ du courant maximum qu'elle peut recevoir de la n-1e, et si le moteur est disposé pour donner son couple maximum sous une tension égale à $\frac{1}{k_p}$ de la tension maximum que peut fournir la n^e génératrice auxiliaire, la variation nécessaire du courant principal pour donner au moteur (13) son couple normal sera évidemment de $\frac{1}{k_p} \frac{1}{k_n} : \frac{1}{k_2} \frac{1}{k_1}$ de la valeur maximum du courant principal.

Il suffira, d'ailleurs, d'un seul rhéostat d'arrêt et d'un seul enroulement auxiliaire sur l'inducteur de la première génératrice.

Pour permettre de régler facilement la vitesse de marche en charge, on intercale entre (16) et (11) une transmission de mouvement à multiplication variable.

Le déplacement des organes qui assurent le réglage mécanique peut également exiger dans certains cas un effort assez considérable (par exemple dans le cas de turbines puissantes). On est alors conduit à adopter une commande indirecte et à interposer entre les dits organes et la tige (35) un servo-moteur. Mais rien n'est changé en ce qui concerne le réglage dynamométrique.

De même, lorsqu'on aura à agir sur un rhéostat ordinaire, le solénoïde (30) serait trop faible pour assurer l'action directe; on le fera alors agir sur des relais en prenant soin de prévoir un asservissement, de façon que tout se passe comme si le rhéostat était conduit directement. On pourra, par exemple, dans ce but, utiliser le déplacement de la touche de contact du rhéostat pour élever ou abaisser l'axe (33).

Cas des courants alternatifs. — Dans le cas des courants alternatifs, on peut employer sans modification aucune les appareils prévus pour le courant continu et ci-dessus décrits, à la condition d'envoyer dans le circuit de l'excitation série de la génératrice auxiliaire, non pas le courant principal lui-même, mais un courant continu produit par le courant alternatif et qui lui soit proportionnel; le circuit donnant l'excitation en dérivation est alors alimenté par une source de force électromotrice continue quelconque (l'excitatrice de l'alternateur ou une batterie d'accumulateurs).

La transformation du courant alternatif en un courant proportionnel peut être opérée par des moyens connus (par exemple, soupape électrolytique combinée avec un transformateur d'intensité).

Dans le cas particulier des courants polyphasés, on emploie un redresseur constitué en principe par un stator de moteur triphasé entou-

rant un induit de machine à courant continu; l'enroulement du stator est parcouru par le courant alternatif et donne naissance à un champ tournant; l'induit intérieur porte l'enroulement destiné à fournir le courant continu et aboutit à un collecteur; l'ensemble est animé d'un mouvement de rotation en sens inverse du champ tournant et de vitesse angulaire égale à ce dernier.

Rhéostat à variation continue. — Pour régler avec précision la tension, il conviendrait

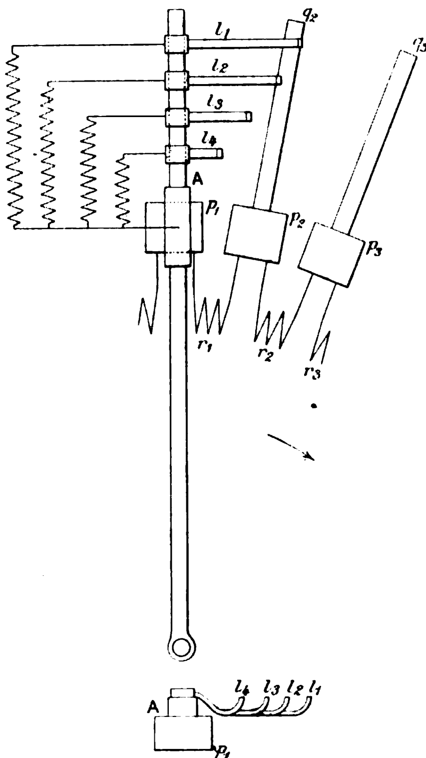


Fig. 2.

de prévoir un grand nombre de touches pour le rhéostat (3). Afin d'éviter les difficultés de construction, on use de l'artifice suivant qui permet d'obtenir une très grande régularité dans la variation progressive du courant, sans augmenter le nombre de plots de contact habituellement employés.

La pièce mobile (A) (fig. 2) qui vient frotter sur les plots (p_1), (p_2), (p_n) est pourvue d'un certain nombre de lames l_1, l_2, l_3, l_4, isolées les unes des autres et disposées comme l'indique la figure, de façon à venir successivement en contact avec les tiges de cuivre q_1, q_2, q_n, fixées sur les différents plots; ces lamelles sont reliées à des résistances appropriées qui aboutissent toutes au contact mobile (A) établissant la communication directe avec les plots; il est relié d'autre part à l'une des bornes du rhéostat.

Lorsqu'on déplace la pièce (A) dans le sens de la flèche, la lamelle (l_1) venant en contact avec la tige (q_2) établit un premier shunt sur la résistance (r_1); le mouvement se continuant, les touches (l_1, l_2, l_3, l_4), établissent de nouveaux shunts, de sorte qu'au lieu d'une variation brusque égale à (r_1), on n'a plus que des variations successives égales à $\frac{r_1}{s+l}$, (s) étant le nombre de lames.

Remarque très importante. — Malgré l'apparente complexité des schémas (due à ce qu'on y a fait figurer la génératrice principale, son circuit d'excitation, le modérateur tachymétrique et le modérateur de tension), il convient de remarquer que les dispositifs de M. J.-L. Routin sont d'une extrême simplicité.

Ils se réduisent en effet à :

Une génératrice auxiliaire fournissant environ 250 watts;

Un petit moteur de 15 kilogrammètres;

Deux ressorts;

Garanties. — Le système de compoundage électro-mécanique de M. J.-L. Routin permet d'obtenir en régime normal une vitesse rigoureusement constante et une tension absolument fixe aux points d'utilisation. Il résout donc dans toute sa généralité le problème du réglage des groupes électrogènes.

Il n'est nullement besoin de prévoir une variation quelconque, fût-elle d'ordre infinitésimal, entre les valeurs de la tension et celles de la vitesse angulaire à vide et en charge. La régularité d'allure peut même être pratiquement maintenue au moment même où se produiraient des variations brusques et importantes dans la charge, mais il est naturellement indispensable que le mécanisme qui règle l'admission du fluide moteur puisse être manœuvré sans danger avec une rapidité suffisante; il est en effet facile de comprendre que, (en supposant par exemple que l'on passe brusquement de la marche à vide à la pleine charge), pendant que s'effectue le réglage et tant que le couple moteur reste inférieur au couple résistant, une certaine énergie doit être empruntée à la force vive du système en rotation; il se produira donc forcément, — quel que soit le système de régulateur employé, — une diminution momentanée de vitesse angulaire qu'on peut toujours réduire à volonté en munissant le groupe d'un volant assez puissant et en disposant le mécanisme d'admission du fluide moteur de façon à pouvoir le manœuvrer rapidement.

Lorsqu'on connaît le temps employé pour la manœuvre du vannage et la force vive emmagasinée dans les masses en rotation, il est facile d'évaluer *à priori* la grandeur de la perturbation momentanée.

Toutefois, ce calcul ne présente qu'un intérêt relatif, car il y aurait lieu de tenir compte également d'un certain nombre de phénomènes accessoires assez compliqués tels que (par exemple dans le cas d'une turbine) l'inertie de la colonne d'eau et les effets du coup de bélier que provoque la manœuvre brusque.

Pour évaluer l'écart momentané de tension, il y aurait lieu également de tenir compte de la self induction de l'enroulement inducteur.

C'est pour toutes ces raisons que l'on ne peut pas fournir de garanties pour les écarts momentanés, à moins de procéder à une étude spéciale pour chaque cas particulier. Mais, ces écarts momentanés, qui ne dépendent nullement des appareils, mais bien de la construction et de l'installation du groupe lui-même, peuvent toujours très facilement être réduits en pratique, de façon à ne pas nuire à la régularité d'allure qui est assurée en régime normal.

Les régulateurs dynamométriques peuvent être construits de façon à produire en moins d'une seconde l'ouverture ou la fermeture complète du vannage. Pour que l'écart momentané de vitesse en passant brusquement de la marche à vide à la marche à pleine charge ne dépasse pas 5 0/0, il suffirait dans ces conditions de prévoir une force vive de 40 000 kgm pour 100 ch (soit environ 500 kgm à la jante d'un volant tournant à une vitesse périphérique de 40 m par seconde).

Il convient d'ailleurs de noter que, grâce à la présence du modérateur de tension, cet écart momentané de vitesse n'entraînerait pas un écart simultané de la tension, et que cette dernière pourrait très facilement être, dans la plupart des cas, maintenue dans des limites plus resserrées.

De Kermond.

INSTALLATION ELECTRIQUE

DES LABORATOIRES D'ÉTALONNAGE HARTMANN ET BRAUN

Les ateliers de construction Hartmann et Braun, à Francfort-sur-le-Mein, mériteraient à plus d'un titre d'être longuement décrits : on ne saurait imaginer plus de méthode, plus de soins apportés aux moindres détails, ni plus d'esprit pratique. Nous nous contenterons de dire quelques mots de l'installation électrique proprement dite et nous nous occuperons plus spécialement de celle des laboratoires d'étalonnage.

La consommation d'énergie est ici extraordinairement variable : en effet il peut arriver qu'à un moment donné la puissance maximum de toutes les machines réunies soit à peine suffisante, tandis que la puissance absorbée est à peu près nulle quelques minutes plus tard. En outre, chaque machine doit avoir une marche absolument régulière et indépendante de la charge plus ou moins grande des machines voisines.

Les barres omnibus du tableau général reçoivent le courant d'une petite usine génératrice et celui du secteur d'électricité de la ville. Une batterie d'accumulateurs sert en outre de réserve. La tension est de 220 volts et le courant est continu.

Les laboratoires d'étalonnage absorbent en moyenne 120 ch. Nous comprenons, sous cette rubrique, les laboratoires d'essais, ceux des compteurs et l'Institut physico-électrotechnique placé dans un bâtiment isolé.

Chaque laboratoire dispose d'une puissance utilisable de 60 000 watts. Le courant peut atteindre 7000 ampères et la tension, 40 000 volts.

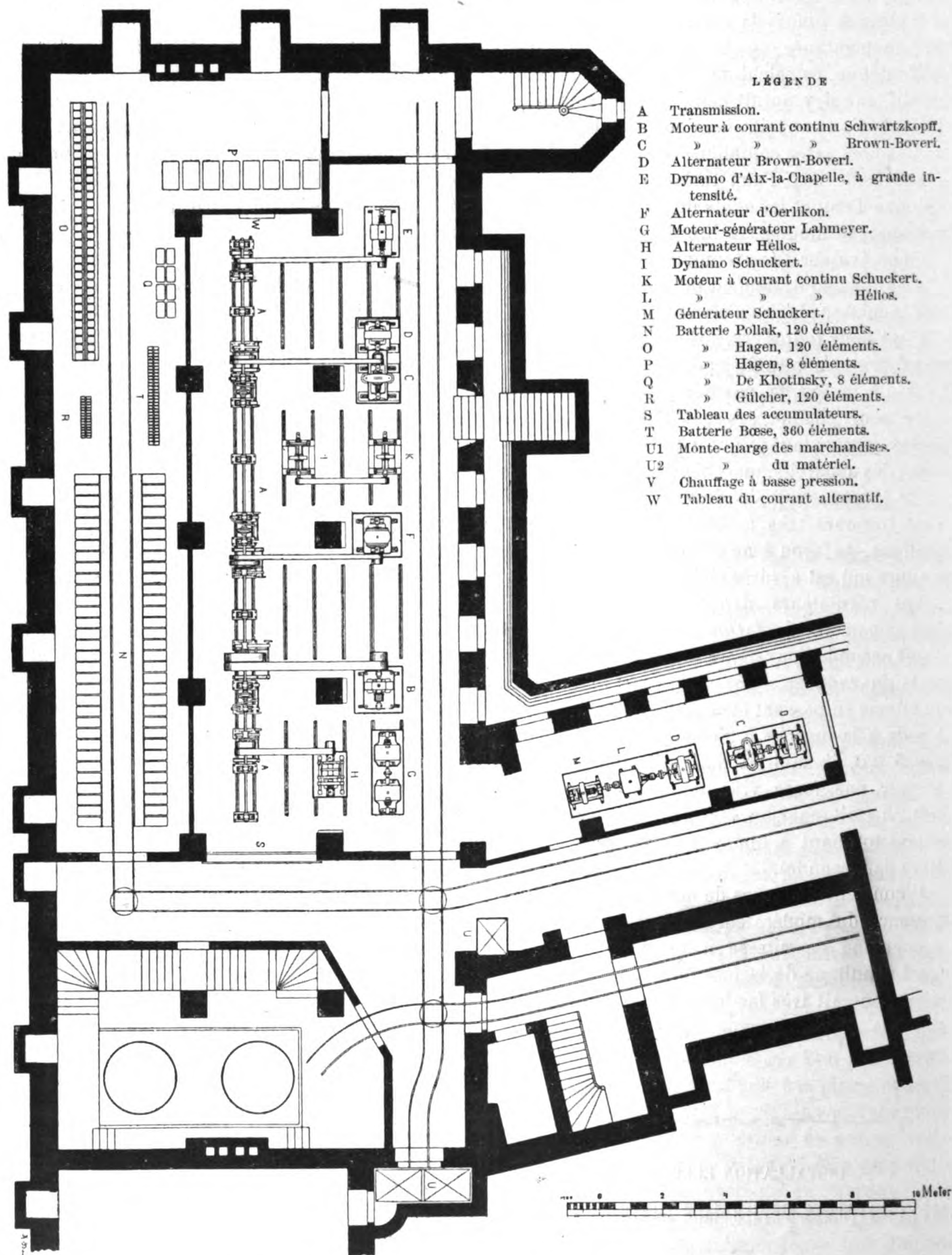
12 batteries d'accumulateurs fournissent, pour les mesures et l'étalonnage à courant continu, un courant qui peut s'élever à 8000 ampères sous 4000 volts.

La salle d'étalonnage proprement dite (14 m sur 30 m) est située au-dessus de la salle des machines et de celle des batteries d'accumulateurs (au nombre de 6) qui lui sont spécialement affectées.

Le plan joint à cette description permet de se rendre un compte exact des dispositions d'ensemble de la salle des machines qui mesure 20 m de long. En A, A, A se trouve une transmission fixe du système Polysius (de Dessau), divisée en 4 parties égales pouvant être rendues solidaires les unes des autres au moyen de manchons d'accouplement à dents de Hildebrandt.

Deux moteurs principaux (à courant continu et excités en dérivation) commandent cette transmission par parties égales. Grâce au mode d'enroulement de ces moteurs, il est facile d'en faire varier la vitesse; en outre comme ils sont alimentés par une puissante batterie d'accumulateurs Pollack, ils offrent de sérieuses garanties au point de vue des grandes oscillations de la charge, tout en conservant une vitesse constante.

Il était nécessaire de pouvoir faire varier la vitesse des génératrices à courant alternatif à



Plan de l'installation électrique des laboratoires d'étalonnage de la maison Hartmann et Braun de Francfort.

cause des différentes fréquences que l'on rencontre dans les stations centrales et pour lesquelles il faut des instruments de mesure différents. Grâce à leur mode de construction spécial, MM. Hartmann et Braun ont cherché à rendre tous leurs appareils indépendants du

nombre de périodes, mais les indicateurs de phase et de synchronisme, par exemple ne peuvent pas être construits sur le même principe.

La première moitié de la transmission est commandée par un moteur Schwartzkopff de 30 ch, qui assure ainsi la marche d'un alternateur Oerlikon (100 amp., 150 volts) et d'un alternateur Hélios. La première de ces deux génératrices envoie son courant dans un transformateur réducteur de tension et sert ainsi spécialement aux essais demandant une forte intensité de courant; le second fournit du courant sous la tension primaire de 1000 volts.

La seconde moitié de la transmission est commandée par un moteur Brown-Boveri de 15 ch, auquel est directement accouplé un alternateur de la même marque servant à l'Institut de physique. Ce moteur actionne aussi une dynamo d'Aix-la-Chapelle, lorsque l'alternateur directement accouplé marche à vide, faisant ainsi fonction de volant. Cette dynamo produit jusqu'à 2000 ampères sous 6 volts et sert à la charge d'une batterie Hagen (composée de 8 bacs de 4000 ampères-heure et de 8 à 500 ampères-heure).

On compte, en outre, trois machines Schuckert de 15 kw et un groupe moteur-générateur Lahmeyer qui servent à charger les différentes batteries.

Sur le côté de la salle principale des machines se trouvent encore plusieurs groupes électrogènes qui alimentent spécialement le laboratoire des compteurs.

Un moteur Hélios de 25 ch commande une machine Schuckert qui peut fournir à volonté, des courants continu, mono, di et triphasé, et une machine Brown-Boveri, à courant alternatif (100 amp., 120 volts). A côté de ce groupe se trouve enfin un moteur-générateur de 20 ch. Un tableau spécial porte tous les appareils de manœuvre de ces derniers groupes.

Tous les câbles partent des tableaux de distribution de la salle des machines, traversent le plafond et aboutissent ainsi directement aux installations d'étalonnage qui se trouvent au nombre de 13 dans la grande salle d'essais.

Comme on le voit par cette courte description, les dynamos des marques les plus diverses concourent avec une harmonie parfaite au travail d'étalonnage des nombreux appareils qui tous les jours sortent des ateliers de MM. Hartmann et Braun Il est juste d'ajouter qu'un très petit nombre de ces appareils porte réellement la marque de fabrique : il existe dans un atelier, celui des graduations, plusieurs armoires où sont enfermées dans plus de cent tiroirs les cadrans portant les noms des Sociétés d'électricité du monde entier. C'est sur ces cadrans que se font les graduations : les instruments de mesure Hartmann et Braun font ainsi l'ornement d'un grand nombre de tableaux de distribution sans que l'on se doute qu'ils sortent de ces merveilleux ateliers de Francfort-sur-le-Mein.

Armand LEHMANN.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LES INSTRUMENTS DE MESURE A LECTURE DIRECTE

(*Suite*) (1).

Amortissement. — La question de l'apériodicité des instruments à bobine mobile est une de celles qu'il a été très facile de résoudre; il n'en est plus de même pour les instruments à fer mobile, surtout à cause du poids relativement considérable de l'équipage mobile. C'est pourtant un point capital, car un ampèremètre, par exemple, non amorti devient pratiquement inutile dans la plupart des cas. Il est tout naturel que de nombreuses tentatives aient été faites pour trouver une solution convenable du problème.

Les trois procédés usuels d'amortissement sont fondés :

1° Sur la viscosité de liquides; 2° sur la production de courants de Foucault; 3° sur la résistance au mouvement offerte par l'air.

Les dispositifs utilisant la viscosité des liquides sont les plus faciles à réaliser, aussi ont-ils reçu de nombreuses applications. Pour obtenir un bon résultat, il est essentiel que la pièce susceptible d'être en contact avec le liquide, qui est ordinairement de l'huile, reste constamment immergée; lorsqu'on ne prend pas cette précaution, une certaine quantité du liquide employé reste adhérente à la partie qui sort du liquide et il en résulte inévitablement une détérioration.

Le dispositif d'amortisseur à huile le mieux compris et probablement le plus anciennement réalisé est celui utilisé par lord Kelvin dans ses voltmètres électrostatiques multicellulaires. L'axe de rotation étant vertical, la surface entière du disque amortisseur reste toujours complètement immergée dans l'huile et le fil de suspension de ce disque se trouve sur la même ligne que l'axe. Dans ces conditions, toute cause de détérioration est évitée. En outre, une des principales objections que l'on peut faire à ce genre d'amortisseur, c'est-à-dire d'avoir de l'huile dans un récipient ouvert,

(1) Voir l'*Electricien*, n° 723, p. 296; n° 724, p. 310; n° 725, p. 329, n° 726, p. 343; n° 727, p. 362; n° 728, p. 374, et n° 729, p. 391.

est fortement atténuée dans le cas de cet instrument, puisqu'il doit être manipulé avec beaucoup de soin.

M. Frank Holden, de la Compagnie Thomson-Houston, a essayé, en 1890, de remédier, par un procédé très ingénieux, à l'inconvénient que présente un récipient à huile ouvert. A cet effet, il mettait une certaine quantité de glycérine dans un récipient cylindrique hermétiquement fermé et porté par l'axe de l'instrument. Par suite du mouvement de rotation, la glycérine venait toujours au contact de nouvelles surfaces et il en résultait des détériorations; aussi, ce dispositif est-il aujourd'hui pratiquement abandonné.

Le procédé d'amortissement fondé sur la production de courants de Foucault paraît devoir donner de meilleurs résultats ; mais son application

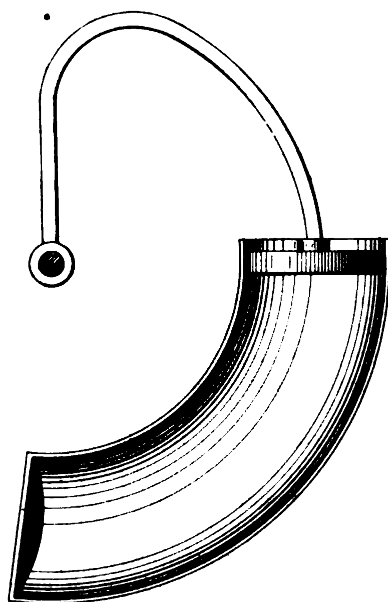


Fig. 14.

présente plusieurs inconvénients. Un des principaux est l'obligation de placer un aimant permanent à proximité de la bobine agissant sur l'armature mobile en fer dans les instruments destinés à mesurer des courants continus, car cet aimant exerce une action assez considérable pour fausser les lectures. Quoique l'on prenne la précaution de graduer l'instrument une fois l'aimant permanent mis en place, les petits aimants, à entre-fer relativement considérable, que l'on utilise en même temps, ont une grande tendance à perdre leur aimantation, si bien que l'action perturbatrice est très variable.

Dans les instruments destinés à la mesure des courants alternatifs, le champ produit par la bobine de cet instrument agit pour faire perdre son aimantation à l'aimant permanent, à moins que ce dernier ne se trouve protégé.

Ce procédé d'amortissement est évidemment inapplicable aux instruments à fer mobile destinés à mesurer aussi bien des courants continus que des courants alternatifs. Toutefois, il a été utilisé avec succès sur les instruments thermiques et sur les instruments électrostatiques.

En ce qui concerne le procédé d'amortissement qui consiste à utiliser la résistance au mouvement offerte par l'air, bien qu'il ait été un des premiers employés dans les galvanomètres et dans d'autres instruments de laboratoire, ce n'est que dans ces dernières années qu'on a songé à l'appliquer dans les ampèremètres et dans les voltmètres industriels. MM. Evershed et Vignoles ont été probablement les premiers à appliquer ce mode d'amortissement aux instruments destinés aux tableaux de distribution. Le dispositif employé par ces constructeur consiste en une boite ayant la forme d'un secteur et disposée au-dessus de la bobine de l'instrument; l'axe de l'équipage mobile porte une ailette très légère pouvant se déplacer à l'intérieur de la boite. L'espace libre autour de cette ailette étant réduit au minimum possible, on comprend facilement que la résistance offerte par l'air au déplacement de cette ailette produise un amortissement très énergique.

Depuis, plusieurs constructeurs ont adopté des dispositifs analogues, fondés sur le même principe et ne différant que par la forme donnée au dispositif amortisseur.

La figure 14 représente le dispositif d'amortissement utilisé depuis quelques années par la Société Siemens et Halske. Il se compose, comme on le voit, d'un cylindre recourbé dans lequel se meut un piston en aluminium dont les bords ne touchent pas les parois du cylindre. Ce même dispositif a été récemment adopté par MM. Everett, Edgcumbe et Cie pour les instruments industriels qu'ils construisent.

Pour donner une idée des difficultés de construction que présente cet amortisseur, il suffit de dire que l'espace libre séparant le piston des parois du cylindre sur toute sa périphérie ne dépasse pas 0,38 mm. Il est vrai que, d'autre part, ce dispositif donne toutes garanties au point de vue de la durée et de la sûreté de fonctionnement : on a constaté, en effet, que des chocs assez forts pour fausser l'aiguille indicatrice n'avaient aucune action nuisible sur l'amortisseur. Le cylindre guidant le mouvement du piston remplit en réalité la même fonction que le butoir d'arrêt de l'aiguille indicatrice dont sont souvent munis les instruments portatifs. En outre, le mouvement de va et vient du piston empêche la poussière de pénétrer à l'intérieur du cylindre, tandis que dans les dispositifs d'amortisseurs magnétiques, les poussières de fer ont tendance à s'accumuler dans l'entrefer de l'aimant.

Les deux méthodes d'amortissement, par production de courants de Foucault et par résistance de l'air, sont également applicables aux instruments portatifs, car les dispositifs d'amortissement

fondés sur ces deux méthodes présentent l'avantage de pouvoir fonctionner dans toutes les positions.

En résumé, l'on peut dire que les dispositifs dans lesquels on utilise un frottement dans un liquide ou un frottement mécanique ne donnent pas satisfaction. Un dispositif efficace d'amortissement ne doit comporter aucune attache ni aucun lien et de plus n'exiger aucun réglage.

Cette partie du mémoire de MM. Edgcumbe et Punga a donné lieu à une discussion intéressante que nous allons résumer dans ce qui suit.

M. Evershed fait remarquer que les auteurs trouvent impropre l'expression d'instruments à *fer doux* et qu'ils préfèrent celle d'instruments à *fer mobile*. Peut-être, dit-il, cette préférence provient-elle de ce qu'un constructeur rival a introduit la nouvelle expression de fer mobile ; mais il importe autant que le fer soit doux, qu'il importe qu'il soit mobile. Du reste, l'expression fer mobile est suffisamment caractéristique.

M Edgcumbe répond à M. Evershed que, sans doute, le fer doit être doux, que sans doute aussi le fonctionnement de l'instrument est fondé sur un phénomène électromagnétique, mais que ce qui distingue ces instruments de ceux à induction, c'est que le fer est mobile. Il s'ensuit que l'expression fer mobile est absolument caractéristique et il constate avec plaisir qu'au cours de la discussion, plusieurs de ceux qui y ont pris part ont employé cette expression.

A propos des procédés d'amortissement, M. Evershed dit que les auteurs ont rappelé le dispositif d'amortisseur à air qu'il a imaginé il y a quelques années. Il ajoute que ce dispositif, à un moment donné, lui a donné beaucoup d'ennuis ; mais, malgré tout, il estime que c'est le meilleur des amortisseurs à air construits jusqu'à présent, parce qu'il n'augmente pas sensiblement le moment d'inertie de l'équipage mobile de l'instrument.

Quant à l'amortisseur à air très ingénieux, consistant en un piston mobile dans un cylindre circulaire, M. Evershed dit qu'il augmente beaucoup le moment d'inertie et qu'il faut, par conséquent, produire un amortissement beaucoup plus énergique qu'il ne serait nécessaire sans cela. En comparant l'amortissement produit par le dispositif de MM. Everett et Edgcumbe avec celui que l'on obtient avec le dispositif utilisé dans les instruments étalons, construits par MM. Evershed et Vignoles, on constate qu'avec ce dernier, chaque oscillation successive est à peu près égale à 1/9 de l'amplitude de l'oscillation précédente, tandis qu'avec le dispositif à piston et cylindre circulaire, l'amplitude est d'environ un tiers plus considérable. Cette particularité a une très grande importance en ce qui concerne les instruments placés sur les tableaux de distribution, car elle influe sur le temps que met l'équipage mobile pour prendre sa position d'équilibre. C'est ainsi qu'avec le système d'amortisseur de MM. Evershed et Vignoles, l'aiguille prend sa position en 1,2 seconde, tandis que l'autre système ne permet à l'aiguille de rester fixe qu'après 4,5 secondes.

Au point de vue mécanique, il y a encore une autre différence entre les deux systèmes. Les auteurs disent que le jeu du piston dans le cylindre n'est que de 0,38 mm ; c'est là un beau résultat. Dans l'amortisseur de mon système, ce jeu atteint 0,78 mm, soit plus du double. M. Evershed estime qu'un amortisseur présentant plus de jeu est moins exposé à s'arrêter qu'un autre ayant un jeu plus petit et que, par conséquent, il est plus pratique. Il est évident qu'en limitant ce jeu à 0,38 mm l'instrument devient absolument apériodique.

M. Edgcumbe répond à cette observation en disant que le dispositif d'amortisseur à piston se mouvant dans un cylindre circulaire n'augmente pas nécessairement, d'une manière appréciable, le moment d'inertie du système, car on peut le régler pour que le poids du bras amortisseur compense exactement le poids du fer mobile et de l'aiguille indicatrice. C'est là un perfectionnement qui n'était pas réalisé dans les premiers instruments construits par MM. Everett et Edgcumbe et c'est probablement à un de ces instruments que M. Evershed a fait allusion. Dans les types actuels, le moment d'inertie ne se trouve augmenté que d'environ 15 0/0 du fait de l'amortisseur et l'aiguille prend sa position d'équilibre en moins de deux secondes. De plus, il est très facile de centrer le piston dans le tube et c'est tout le réglage à faire une fois le cylindre placé concentriquement au pivot.

M. F.-H. Nalder dit qu'il croit devoir insister sur la nécessité d'étalonner très soigneusement les instruments à fer mobile. Il ajoute que le type d'instrument dont M. Edgcumbe a particulièrement parlé a été jadis expérimenté par lui et qu'il est évidemment défectueux au point de vue étalonnage lorsqu'on le compare à des types plus récents. C'est là un point important lorsqu'il s'agit d'envoyer des instruments à destination et qu'ils doivent supporter, en cours de transport, des chocs pouvant fausser les pivots. Ces inconvénients sont moins apparents lorsqu'il s'agit d'instruments destinés à mesurer de grandes intensités ou de hautes tensions.

Le mémoire parle également de l'emploi de boîtiers en fonte qui, dit-il, peuvent protéger l'instrument, dans une mesure restreinte, contre l'action des champs magnétiques voisins ; mais d'autre part, ces enveloppes peuvent s'aimanter et donner lieu, par suite, à des erreurs pouvant atteindre parfois 5 à 6 0/0.

M. Edgcumbe répond à M. Nalder qu'il n'a pas très bien compris son observation relative aux instruments servant à mesurer de grandes intensités ou de hautes tensions, la tendance actuelle étant d'augmenter plutôt que de diminuer les

est fortement intensités et les tensions. Dans tous les cas, les instruments à fer mobile permettent de mesurer des valeurs aussi élevées que celles que l'on obtient avec les instruments à bobine mobile et souvent même plus élevées.

Quant aux erreurs probables devant résulter de l'emploi d'un boitier en fonte, ajoute M. Edgcumbe, si l'on emploi un instrument comportant le dispositif ordinaire à solénoïde, les causes d'erreurs du fait de l'hystérésis sont fortement augmentées et avec elles, aussi, les causes d'erreur dues à l'aimantation du boitier. Les 5 à 6 0/0, indiqués par M. Nalder, sont probablement encore trop faibles. Mais, dans l'instrument du type dit « universel », où l'axe de la bobine est parallèle à la base de l'instrument, les erreurs du fait de l'hystérésis sont absolument négligeables et l'aimantation du boitier peut à peine produire une action appréciable.

M. le docteur Drysdale tient à limiter ses remarques aux instruments destinés à la mesure des courants alternatifs, qui actuellement présentent autant d'importance que ceux destinés au courant continu et qui toutefois sont moins bien connus que ces derniers. Les auteurs du mémoire ont, dit-il, parlé des erreurs que l'on constate dans les ampèremètres et dans les voltmètres à fer mobile. Ils ont également parlé de la compensation, c'est-à-dire de la possibilité de compenser, dans ces instruments, les erreurs provenant des valeurs de l'induction et de la fréquence. Il y a deux moyens pour obtenir cette compensation : l'un consiste à employer un shunt d'induction et l'autre à utiliser un condensateur. M. Drysdale ajoute qu'il a eu l'occasion d'appliquer ces deux méthodes de compensation et qu'il est heureux de féliciter vivement les auteurs d'avoir obtenu une compensation parfaite dans leurs instruments du type « Universel ». J'ai essayé, dit-il, différents types d'instruments avec des courants alternatifs de fréquence variant entre 50 et 200 périodes par seconde et je me suis volontairement écarté des limites habituelles afin de pouvoir déterminer le maximum d'erreur. Avec un instrument non compensé, c'est-à-dire avec un voltmètre pour lequel les erreurs du fait de l'induction sont les plus sensibles, j'ai constaté une erreur de 2 0/0 à la fréquence 50 et des erreurs allant de 6 à 7 et même 10 0/0 à la fréquence 100. Avec les instruments du type « Universel » et à la fréquence de 100 périodes, l'erreur ne dépasse pas 1 0/0.

M. Edgcumbe dit qu'il est heureux de voir que M. Drysdale fasse ressortir que les chiffres donnés dans le mémoire, à propos des erreurs dues aux différentes fréquences, étaient exacts et très faibles dans les instruments du type « Universel ». Il fait remarquer, à ce propos, que ces instruments ne sont point compensés, mais qu'ils sont établis de manière à réduire au minimum les diverses causes d'erreur.

(A suivre).

L'ÉDUCATION

DES INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS ANGLAIS

Au cours du très intéressant discours présidentiel prononcé à la section de Dublin de l'Institution des Ingénieurs électriciens, M. Mark Ruddle, l'ingénieur électricien de la ville de Dublin, a rappelé les progrès immenses qui se sont accomplis dans les applications de l'électricité et a brièvement montré la nécessité absolue de se spécialiser dans la profession d'électricien. Ces nouvelles applications sont maintenant tellement nombreuses et tellement étendues qu'il est pratiquement impossible pour un ingénieur électricien de se tenir toujours au courant de toutes ces branches spéciales de l'industrie électrique. Cette remarque a été certainement faite à différentes reprises et de différentes manières, mais il est utile que la nouvelle génération d'ingénieurs électriciens l'entende encore une fois de plus répéter par un homme qui, en sa qualité d'ingénieur d'une grande ville, se trouve amené à traiter des questions multiples et d'une grande complexité par suite des devoirs de sa charge, de telle sorte qu'il a très peu de loisirs pour étudier et se tenir au courant des nombreux progrès qui s'accomplissent chaque jour dans la science électrique. « Il n'existe pas un homme, dit-il, qui puisse espérer acquérir une connaissance continuelle de tous les détails de cette science. » Quant aux ingénieurs-conseils qui, par suite de cette situation même, doivent pouvoir répondre à toutes les questions et servir d'experts dans beaucoup d'affaires distinctes, ils se trouvent dans la nécessité d'avoir de nombreux adjoints qui se spécialisent dans ces différentes branches et lui apportent leur concours dans cette œuvre d'ensemble. C'est pourquoi lorsqu'un jeune homme veut embrasser la profession d'ingénieur électricien, il est utile qu'après avoir passé en revue les différentes parties de la science électrique, il en adopte une seule et s'y maintienne de manière à acquérir une pratique absolue jointe à une théorie fondamentale.

M. Mark Ruddle examine alors quelle est la meilleure méthode d'éducation et d'instruction qui puisse rendre l'étudiant capable d'arriver au meilleur résultat sans tenter l'impossible, c'est-à-dire sans embrasser dans son ensemble toute la pratique de la science de l'électricité.

Il est parfaitement évident qu'un enseignement théorique général est nécessaire tout d'abord à tout individu qui veut aborder les branches élevées de la profession d'ingénieur, tandis qu'une éducation entièrement différente est requise selon les diverses spécialités que l'on désire acquérir en vue de la pratique. Par branches élevées de la science, M. Ruddle entend parler des travaux

techniques et théoriques auxquels se consacrent toute une pléiade de savants qui s'appliquent surtout à étudier le côté scientifique de l'électricité. Quant aux autres, qui sont légion, c'est à eux que s'adresse le conférencier quand il dit « que chacun doit porter dans son bagage scientifique son bâton de maréchal qu'il trouvera certainement s'il sait se spécialiser et acquérir dans leurs moindres détails toutes les connaissances pratiques de sa profession ».

Après avoir parlé des modes d'éducation dans les écoles et dans les ateliers et avoir tracé à grands traits le véritable esprit d'ardeur au travail qui doit animer le futur ingénieur, le conférencier signale le danger qu'il rencontrera dans cette profession maintenant encombrée par la foule toujours croissante d'électriciens. Beaucoup de ces jeunes gens, dit-il, acquièrent seulement les connaissances indispensables pour remplir le poste qu'ils désirent remplir, puis, cette situation obtenue, ils en accomplissent les fonctions par routine, plus ou moins bien, occupant tous leurs loisirs par des sports tels que le football, le cricket, le cyclisme, etc... Le vieux proverbe anglais : « Un travail continu, sans aucun délassement, transforme Jack en un incapable », a reçu une trop large application et il serait temps d'en restreindre prudemment le caractère et d'en comprendre le véritable sens. Heureusement, tous les étudiants anglais ne rentrent pas dans cette catégorie d'hommes superficiels et il y a bon nombre d'entre eux qui ont suivi par avance les excellents conseils de M. Ruddle. A. H. B.

LE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE DES MINES
EN ANGLETERRE ET EN ALLEMAGNE
(*Suite*) (1).

Le mécanisme de commutation du coupleur sera immergé dans l'huile et il est recommandé de disposer des résistances supportées à l'arrière de ce coupleur afin de supprimer l'emploi de câbles de retenue.

On emploie des moteurs de 5 à 20 ch pour les appareils élévateurs selon les conditions de fonctionnement. Les moteurs polyphasés ont souvent causé de graves ennuis, mais on nous dit que les moteurs triphasés anglais, qui sont maintenant construits à Witton près de Manchester par la General Electric C°, donnent toute satisfaction. Le démarrage et les changements de vitesse s'effectuent sur le circuit primaire ou stator; cette commande de vitesse est obtenue avec une efficacité extrêmement régulière. Un petit treuil actionné électriquement par un moteur triphasé de 22 ch est installé aux mines de Friedeushaffnung.

Aux mines de Evald une machine élévatrice est commandée par un moteur électrique de 100 ch; elle est installée dans une chambre souterraine et peut transporter soit des ouvriers soit du matériel. Cette machine à commande électrique a été montée dans la position qu'elle occupe et, afin de réduire autant que possible les dimensions et l'espace d'encombrement, on a choisi un tambour de petit diamètre et de très grande vitesse. L'effort exercé par ce treuil est d'environ 816 kg à une vitesse de 294 m à la minute. Pour de courtes périodes cependant il peut soulever 997 kg à une vitesse de 240 m par minute. Cette dernière vitesse est employée lorsque l'ascenseur porte des ouvriers. La profondeur de la mine est d'environ 130 m ; le moteur travaille à 420 révolutions par minute et il est boulonné sur une fondation distincte de celle de la machine d'entraînement et directement accouplé à cette dernière par un joint flexible. Cette disposition a l'avantage de supprimer dans le moteur toute vibration provenant de la machine élévatrice. L'arbre de l'engrenage réducteur est monté sur une plaque séparée; sur le côté avant est fixé l'engrenage de commande, en arrière se trouve la poulie du câble et l'indicateur de profondeur. Il y a deux freins, tous deux à main; le levier du frein de secours repose normalement sur des couteaux et peut être actionné soit automatiquement par l'indicateur de profondeur, soit mécaniquement au moyen d'un petit treuil à main. Dès que le frein est appliqué, le levier du coupleur est ramené en arrière de la position de démarrage et le courant est interrompu. Le frein ordinaire est actionné par l'intermédiaire d'un électro-aimant. Aussitôt que le courant traverse le moteur, le frein se trouve relevé et si le moteur se trouve au contraire mis hors circuit ou que le distributeur de courant cesse pour une cause quelconque le frein est appliqué. Un levier séparé permet cependant d'actionner le frein, si cela est nécessaire, indépendamment du courant.

Le coupleur comprend un levier de démarrage fixé sur la partie supérieure et un commutateur inverseur qui est placé dans la partie basse. Le dispositif de démarrage et le commutateur sont reliés au moyen d'un accouplement dit universel de manière à être commandés par le même levier.

Le démarrage s'obtient en poussant le levier en avant et le changement de marche en le déplaçant vers la droite ou vers la gauche; on

(1) Voir l'*Électricien*, n° 729, p. 385.

ne peut changer le sens de marche du moteur que lorsque le circuit est coupé. En plus du commutateur indiqué ci-dessus, se trouvent dans le coupleur, deux commutateurs auxiliaires, un qui sert à obtenir la plus petite vitesse pour transporter les ouvriers; l'autre intercale dans le circuit une résistance supplémentaire et réduit encore la vitesse pour permettre l'inspection des câbles. Ces trois commutateurs sont disposés de manière à rendre impossible des connexions défectueuses. Les résistances de démarrage permettent de réduire la vitesse à zéro et les moteurs, placés dans des enveloppes fermées, sont à proximité du coupleur.

On emploie un indicateur de profondeur relié à des sonneries et à deux commutateurs de fin de course; il communique en outre au frein de secours pour prévenir un déroulement intempestif.

La machine élévatrice construite par la Société Lahmeyer de 200 ch fonctionne à une profondeur de 330 m; elle comprend deux treuils d'enroulements, ayant chacun un diamètre de 2,70 m et une largeur de 1,90 m. Ces deux tambours sont montés sur un même arbre et actionnés, par l'intermédiaire d'un engrenage à double réduction, à l'aide d'un moteur d'une vitesse angulaire de 300 révolutions par minute. Un de ces treuils est claveté sur l'arbre, l'autre pouvant y être accouplé au moyen de boulons. Afin d'obtenir la plus grande sécurité possible dans le fonctionnement, on a donné une attention toute spéciale aux dispositifs de freinage. Il y a trois freins : l'un fonctionne à la main ou par un électro-aimant sur le côté droit du treuil; le second frein est de même appliqué sur le côté gauche et un troisième peut également fonctionner au moyen d'un levier à pédale. Ils sont solidement établis, chacun d'eux étant capable d'amener la machine à son point d'arrêt dans un espace de temps très court. La puissance d'élévation de ce treuil électrique correspond au rendement de moteur qui est de 160 ch, mais celui-ci peut produire jusqu'à 200 ch, sans inconvénient. Ce moteur est à enroulement shunt.

Le coupleur comprend, comme toujours, un dispositif de démarrage et un commutateur inverseur pour le changement de direction; l'ensemble du fonctionnement est obtenu au moyen du même levier dont la manœuvre a été indiquée plus haut.

Pour réduire la vitesse à 180 m par minute pour le transport des ouvriers, les bobines inductrices de moteur sont reliées en parallèles, ce qui réduit la vitesse angulaire d'environ 200 révolutions; cette méthode de couplage présente un grand avantage sur l'emploi de résistances, car de cette manière il n'y a pas perte d'énergie. De même, pour l'inspection des câbles, il est nécessaire de réduire encore la vitesse à 96 m par minute, ce que l'on obtient sans perte au moyen de la méthode suivante; un petit transformateur de faible capacité est relié au circuit de distribution et transforme la tension proportionnellement à la vitesse exigée. Le treuil fonctionne alors sans perte d'énergie à des vitesses variées. Le changement de travail ordinaire en celui d'inspection des câbles s'effectue de la manière la plus simple. Le transformateur est mis en action au moyen d'un commutateur supplémentaire adjoint à celui du coupleur et fixé à la base de ce dernier. On place le levier dans une position qui est marquée « inspection des câbles »; le moteur se trouve mis hors du circuit de distribution ordinaire pour être mis sur le circuit secondaire du transformateur qui est lui-même intercalé dans le circuit de distribution. Tous ces mouvements sont réglés au moyen du levier et ils sont solidaires les uns des autres de telle manière qu'il n'y a pas de possibilité d'erreurs dans le fonctionnement. De même le levier du troisième frein est dépendant du levier du coupleur afin qu'il soit impossible d'appliquer ce frein tant que le courant passe à travers le moteur. L'axe du levier de mise en marche porte un prolongement latéral qui est fixé à l'indicateur de profondeur. De cette manière, dans le cas d'un moment d'inattention du mécanicien, le levier se trouve repoussé en arrière dans la position d'arrêt en temps convenable.

Afin de réduire au minimum, même dans les moments de travail les plus chargés, l'usure des contacts dans ce coupleur, ceux-ci sont très solidement établis et munis d'un souffleur magnétique puissant. Comme moyen de sécurité, dans le cas d'interruption dans l'alimentation du courant, un frein magnétique est actionné dès que le courant ne passe plus, ce qui amène toute la machine dans une position d'arrêt prévenant ainsi le déroulage. En plus de tous ces dispositifs, des commutateurs de fin de course assurent encore un bon fonctionnement; deux de ces commutateurs, placés dans la mine, se trouvent actionnés par la cage elle-même, et un autre est relié, à la surface, à l'indicateur de profondeur.

(A suivre.) Frank C. PERKINS.

CHRONIQUE

Une lampe allemande à vapeurs de mercure.

L'*Elettricista* annonce que la société « Deutsche Patent-Industrie » vient de mettre en vente une nouvelle lampe à vapeurs de mercure De même que les lampes ordinaires à arc, la nouvelle lampe se compose de deux électrodes de charbon disposées dans un tube en verre où on a fait le vide. Le charbon inférieur, le négatif, demeure fixe et est immergé dans du mercure; l'électrode supérieure, la positive, peut se mouvoir sous l'action d'un solénoïde. Dès qu'on livre passage au courant, l'arc se forme exactement dans la partie du tube que l'on a façonnée comme une ampoule et qui se trouve dans le voisinage du mercure. L'arc produit a une longueur de 30 à 50 mm selon les dimensions de l'appareil; il se distingue de l'arc donné par les autres lampes ordinaires à arc en ce sens qu'il brûle dans des vapeurs de mercure qui se forment spontanément autour de l'électrode négative. Ce qui différencie la nouvelle lampe des appareils similaires à mercure, c'est d'abord la rapidité avec laquelle s'opère son allumage et ensuite sa lumière excellente qui contient de nombreux rayons rouges. La même lampe offre, de plus, une supériorité notable sur les lampes ordinaires à arc par sa consommation très restreinte. En effet, cette consommation est seulement de 0,5 watt par bougie normale; d'autre part, ses charbons ne s'usent qu'à raison de 0,2 mm par heure de fonctionnement. — G.

Matériel à courants triphasés dans une filature de coton en Espagne.

Le marquis de Larios, qui possède, en Espagne, de nombreuses filatures, vient de se décider à abandonner la commande de ses machines par la vapeur et d'y substituer des moteurs à courants triphasés. Il estime qu'il en résultera une économie de 20 0/0 dans le prix annuel de l'énergie dépensée. Deux filatures ont été équipées de cette manière; elles occupent ensemble 5000 ouvriers pour les différentes opérations de traitement du coton. L'énergie électrique est empruntée à la Compagnie de distribution de Chorro, qui a installé une station génératrice dans les gorges de Chorro, à 60 km au nord de Malaga. Les courants triphasés sont transmis sous une tension de 25 000 volts à une sous-station de Malaga où cette tension est réduite à 2500 volts. Une partie de cette énergie est employée pour l'éclairage de la ville. Les deux filatures, qui sont à environ 800 m de la station de Malaga, sont pourvues chacune d'une sous-station particulière qui réduit encore la tension de 2500 volts à 400 volts pour alimenter les moteurs triphasés des ateliers. Ceux-ci comprennent 72 moteurs dont la puissance varie de 3 à 150 ch et représente un total de 2500 ch. — A. H. B.

Distribution électrique de l'énergie.

L'Institution anglaise des ingénieurs civils de Londres s'est occupée, dans ses deux dernières séances, de la question de la distribution électrique de l'énergie. Cette question a d'abord été traitée par M. J Snell, l'ingénieur-électricien de Sunderland, qui, après avoir résumé l'historique des développements de l'électricité en Angleterre, mentionne, en passant, la législation qui en régit les applications et décrit ensuite les différents systèmes de distribution en usage aujourd'hui. Au cours de cette description, il remarque que le système à courants alternatifs simples peut être considéré comme inapplicable pour une distribution générale, ainsi que le système à courant continu à haute tension. Ceux qui, d'après lui, seront définitivement adoptés à l'avenir, sont :

Le courant continu, avec distribution à deux ou trois fils pour les petits districts;

Le courant alternatif simple à haute tension pour les chemins de fer;

Les courants diphasés à haute tension dans la ligne et à basse tension dans la distribution;

Les courants triphasés à haute tension dans la ligne avec distribution par courant continu à basse tension pour les grands districts et les chemins de fer de peu d'étendue;

Les courants triphasés à haute tension avec distribution triphasée à basse tension pour les districts étendus et les nouvelles installations.

Au moyen de diagrammes, M. Snell montre quels sont les rayons économiques de distribution par courant continu à 500 volts sous différentes charges et par sous-station à haute tension; il trouve que la méthode à haute tension est plus économique à partir des distances suivantes :

Pour	250 kw.	2,5	km	de rayon.
—	500 —	2	—	—
—	1000 —	1,8	—	—

Les chiffres et les résultats prouvent, selon l'opinion exprimée par le conférencier et par d'autres ingénieurs, à savoir que les batteries d'accumulateurs dans les sous-stations seront employées beaucoup plus fréquemment à l'avenir. Au sujet de la limite économique de tension pour la distribution par câbles souterrains, elle est de 6600 volts environ et de 20 000 volts pour les lignes aériennes de transmission. De nombreuses remarques intéressantes sont présentées au sujet des possibilités futures de réduire les frais de distribution, de la construction des lignes aériennes et des câbles souterrains, sur les sous-stations et leur rendement. Les mérites relatifs des différents systèmes de distribution à basse tension ont été également examinés, ainsi que les frais d'installation. Les questions de distribution pour les tramways et les chemins de fer sont ensuite étudiées par l'auteur. M. Snell est d'avis qu'une modification du système actuel à troisième rail s'impose pour les lignes de courte distance; et que, pour les grandes distances, on adoptera une méthode de distribution par courants alternatifs. — A. H. B.

Les tramways électriques de Leeds et de Wakefield.

Les lignes électriques à trolley de Leeds forment l'un des plus beaux réseaux de tramways du Royaume-Uni et sont la propriété de la municipalité. Le réseau de Wakefield est également à trolley et exploité par la ville, mais c'est une compagnie privée, la Wakefield and District Light Railways C°, qui a obtenu la concession des districts de la banlieue. Cette compagnie a déjà installé 30 milles de voies environ qui relient Leeds, Wakefield, Ossett, Oulton et un certain nombre d'autres petits centres. L'écartement des voies est de

1,42 m, et la municipalité de Leeds ayant accepté un arrangement avec cette compagnie, les voitures de cette dernière viennent circuler sur le réseau urbain jusqu'au centre de la ville. Ces 30 milles de voies ne représentent pas tout le réseau projeté, car, lors de son achèvement il comprendra en outre 75 milles de simple voie. La station génératrice est située à Wakefield et comprend des machines triphasées Dick Kerr de 400 kw sous 6300 volts, fréquence 25, entraînées par des moteurs Howden à triple expansion à grande vitesse, donnant 375 révolutions par minute; le tableau de distribution comporte trois panneaux pour les alternateurs et trois pour les feeders à haute tension; les câbles armés et recouverts de plomb vont à deux sous-stations disposées en des endroits convenables et contenant des convertisseurs Dick Kerr de 200 kw. Les voitures du réseau sont à impériales et les châssis sont munis de moteurs Dick Kerr; il y en aura 55 lorsque les lignes seront achevées. — A. H. B.

Institution anglaise des ingénieurs électriciens.

Le 24 novembre dernier, l'institution des ingénieurs électriciens de Londres a entendu une communication sur les recherches hydro-dynamique et électro-magnétique relatives à la distribution du flux magnétique dans les induits dentés. Les auteurs de ce travail, MM. Hele Show, Alfred Hay et Powell, rappellent d'abord le principe de la méthode hydro-dynamique appliquée aux problèmes magnétiques ainsi que quelques-unes des difficultés que l'on doit résoudre dans la pratique. Puis afin de rendre, autant que possible, cette méthode pratique et complète pour les constructeurs de dynamos, ils ne se bornent pas à décrire leurs recherches et leurs études spéciales sur ce sujet, mais ils rendent compte également des études et des recherches les plus importantes réalisées dans ce sens par les autres savants et des résultats obtenus qu'ils présentent sous une forme pratique de manière à les rendre immédiatement et directement applicables. On doit accorder une attention spéciale aux importantes études faites par M. W. Carter sur cette question et sur les hypothèses qu'il a présentées. Les travaux de M. Carter ont été publiés dans la revue de New-York, *Electrical World and Engineer*, vol. 38, p. 884. La discussion du travail de MM. Show et Powel a eu lieu dans la séance suivante.

La section de Manchester de l'Institution des ingénieurs électriciens a entendu le 29 novembre une conférence de M. Miles Walker sur les génératrices à courants alternatifs. Le discours d'ouverture, dans cette section, a été prononcé le 18 novembre par M. C. Taite qui a, récemment, fait un voyage d'études en Amérique; il fait ressortir les différences et les points de contact entre la technique et la pratique anglaise et américaine. — A. H. B.

Les chutes de Victoria (Afrique australe).

L'*Elektrotechnicher Anzeiger* rapporte que le « Syndicat des concessions africaines » a récemment tenu à Londres une assemblée générale et que le président a fourni, à cette occasion, d'intéressants détails sur les chutes Victoria. Il a expliqué, notamment, que la puissance totale de ces chutes, durant la saison des crues, s'élève à 35 millions de chevaux, soit à peu près le quintuple de ce que donne le Niagara. Si les plans du syndicat viennent à se réaliser, un important centre industriel pourra se développer à proximité et donner naissance à une ville florissante comptant des industries sans nombre qui mettront à profit l'énergie électrique obtenue à bon marché. D'après le devis des ingénieurs du syndicat, l'installation nécessaire pour transformer en électricité une puissance hydraulique de 10 000 ch entraînerait une dépense d'environ 1 250 000 francs. Il ne faut pas perdre de vue, en évaluant les chances d'avenir d'une pareille installation, que la grande voie ferrée transafricaine a déjà été construite jusqu'aux chutes, en sorte que les produits fabriqués dans le voisinage de ces chutes trouveraient un débouché facile sur les divers marchés du Sud-Africain. — G.

Coût de la traction électrique et de la traction à vapeur sur le chemin de fer aérien de Manhattan (New-York).

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* remarque que voici un an passé que la traction électrique a été introduite sur le chemin de fer aérien de Manhattan. Le même journal ajoute que l'expérience effectuée permet aujourd'hui d'évaluer aux chiffres ci-après les frais d'exploitation par kilomètre parcouru :

	Service électrique.	Service à la vapeur.
	En centimes.	
Entretien de la voie et des travaux d'art.	3,54	3,07
Entretien de l'usine centrale et du matériel.	4,38	4,31
Coût de la force motrice.	21,52	30,95
Frais généraux.	1,97	2,32
Total.	31,41	40,65

Pour toute l'année écoulée depuis l'inauguration du service électrique, les voyageurs ont été au nombre de 287 millions environ, soit une augmentation de plus de 40 millions sur le chiffre des douze derniers mois durant lesquels a fonctionné le service à vapeur. Pour la même année de service électrique, les recettes brutes ont été de 72,1 millions de francs, soit une augmentation de 10,1 millions, et les recettes nettes se sont accrues de 8,1 millions de francs. — G.

La Société royale de Londres.

La liste annuelle des médailles données en récompenses par la Société Royale vient d'être publiée; elle comprend le nom de Sir William Crookes pour ses longues recherches des phénomènes électriques et mécaniques dans les gaz raréfiés. De même, on y remarque le nom du professeur Rutherford, pour ses études sur la radio-activité et les corps radio actifs, et enfin le nom du docteur Wilson Swan pour des lampes électriques à incandescence et pour ses autres travaux. Sir William Crookes reçoit la médaille Copley; le professeur Rutherford, la médaille Rumford et le docteur Swan, la médaille Hughes. — A. H. B.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

2e Série — Tome XXVIII. VINGT-QUATRIÈME ANNÉE. — N° 731 31 Décembre 1904.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité

et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : **Georges DARY**

PRIX DES ABONNEMENTS ANNUELS PARTANT DU 1er DE CHAQUE MOIS

FRANCE, **20** fr. | UNION POSTALE, **25** fr.

Le Numéro, **50** centimes

SOMMAIRE

PARIS

Vve CH. DUNOD
Libraire-Éditeur
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1904

Pour les demandes d'abonnements, de livraisons et d'annonces, s'adresser à **Mme Vve Ch. Dunod,** *éditeur, quai des Grands-Augustins, 49, Paris, VIe (Téléphone 819-38). — Toute la correspondance concernant la rédaction devra être envoyée à* **M. Montpellier,** *Rédacteur en chef, rue Lecourbe, 3, Paris, XVe. — La reproduction des articles et figures publiés par* **l'Electricien** *est formellement interdite. — Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.*

La Couverture du 28e volume (juillet à décembre 1904) sera envoyée à toute personne qui en fera la demande à la Librairie Vve CH. DUNOD, 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VIe.

LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES
DU PORT DE HEYSHAM

Heysham est un nouveau port situé sur la côte nord du comté de Lancastre et à l'extrémité sud de la baie de Morecombe; il vient d'être créé par la Midland Railway C° dans le but d'établir à ce point terminus de ses lignes un large centre de communication de voyageurs et de marchandises avec l'Irlande et l'île de Man. La compagnie compte également que le port d'Heysham, grâce à sa situation exceptionnelle, pourra accroître dans d'énormes proportions le trafic en tout genre et spécialement celui de poisson dont on pourra approvisionner rapidement les villes des provinces voisines. Il était dès lors tout naturel que l'installation de ce port, destiné à devenir un centre commercial si important, ait emprunté à la science moderne, à la mécanique et à l'électricité, ses applications les plus perfectionnées pour éclairer les ateliers, les magasins et les docks, pour actionner les diverses machines, pour desservir en un mot tous les divers organes de cette cité maritime et ouvrière et leur donner la vie.

Examinée dans son ensemble, l'installation électrique du port de Heysham, dont les bâtiments comprennent une superficie de 18,5 hectares et qui s'étendent à près de 2 km de la ligne maximum des plus hautes marées, se compose d'un matériel producteur de gaz et d'une station génératrice qui distribue l'énergie dans toutes les parties du port pour alimenter le réseau d'éclairage et actionner les grues, les cabestans, les élévateurs, les machines-outils, etc.

D'après les renseignements que nous fournit avec détail notre confrère de Londres, *Electrician*, le système adopté pour la distribution de l'énergie est à trois fils sous une tension de 2×230 volts; les lampes à incandescence et les lampes à arc sont montées, ces dernières par 2 en séries, sur les conducteurs à 230 volts et les moteurs sur les conducteurs extérieurs à 460 volts. Les dynamos Westinghouse sont actionnées par des moteurs à gaz alimentés eux-mêmes par des gazogènes système Mond.

L'emploi d'une station génératrice avec moteurs à gaz et gazogène autonome n'est pas une nouveauté pour la compagnie Midland Railway; elle a déjà monté à Leicester une grande station à gaz système Dowson qui fonctionne depuis plusieurs années avec beaucoup de succès. La méthode Mond, qui a été employée à Heysham par la Power Gaz Corporations, consiste à faire passer un courant d'air chaud et de vapeur à travers le générateur de gaz dans lequel ce courant vient en contact avec du menu charbon bitumineux à une température et à une pression relativement basses. Le chauffage de l'air s'obtient par un dispositif de régénération telle que la chaleur du gaz dégagé est renvoyée à l'air introduit qui est également chauffé par le foyer du générateur. La vapeur mélangée au courant d'air provient de la vapeur d'échappement des moteurs des pompes et du moteur auxiliaire, ces machines étant alimentées au moyen de deux petites chaudières installées dans une salle séparée. Ces deux chaudières produisent la vapeur à une pression de 4,2 kg, chacune pouvant évaporer 453 kg de vapeur à l'heure et suffisant largement pour le matériel auxiliaire et pour l'un des deux producteurs de gaz. D'après la Power Gaz Corporation, il faut une tonne de vapeur par tonne de charbon employée dans le gazogène. Un souffleur Roots sert à la circulation de l'air et l'on dispose comme réserve d'un injecteur Körting. Avant de se mélanger à la vapeur, l'air passe à travers un réservoir appelé « tour d'air » en bas de laquelle l'eau, employée pour refroidir le gaz du réservoir adjacent, s'écoule dans un conduit circulaire de terre à briques qui sert d'assises à ce réservoir. Après avoir quitté la tour, l'air mélangé à la vapeur est envoyé dans le surchauffeur qui, affectant la forme d'un ∩ renversé, se compose de deux tuyaux verticaux comprenant un large passage intérieur pour le gaz entouré d'un espace annulaire pour l'air; dans ces tuyaux la plus grande partie de la chaleur du gaz est cédée à l'air et l'ensemble pénètre par le fond du générateur. Ce dernier consiste en une chambre intérieure garnie de briques réfractaires et d'une chambre extérieure annulaire dans laquelle l'air passe avant de venir en contact avec le foyer. Le charbon est distribué aux trémies au-dessous des gazogènes par un élévateur ordinaire, d'où il se distribue après pesage et enregistrement automatiquement.

Dégagé du générateur, le gaz passe directement dans le surchauffeur, où il dépose une partie des poussières qu'il entraîne, puis de là dans l'épurateur, dans le réservoir de refroidissement et enfin dans un gazomètre.

A Heysham, deux gazogènes Mond ont été installés et on a prévu le montage d'un troisième en cas d'extension probable. Chacun de ces gazogènes a un rendement maximum de 750 ch indiqués; ils consomment 7,5 tonnes de combustible en 24 heures produisant 4250 m^3 de gaz par tonne de charbon. Les moteurs à gaz consomment de 7 à 7,2 m^3 par cheval-heure.

Ces moteurs, au nombre de trois, sont accouplés directement à des dynamos Westinghouse à six pôles de 150 kw; un quatrième groupe de 300 kw sera installé ultérieurement. L'allumage des moteurs est produit électriquement à l'aide d'un petit moteur générateur et le démarrage s'effectue par l'air comprimé au moyen de deux compresseurs actionnés par des moteurs de 4 ch. Deux autres moteurs de 3,5 ch actionnent les pompes fournissant l'eau de refroidissement. La salle des machines comprend encore quatre sur-

volteurs, deux pour les batteries d'accumulateurs, un pour les feeders d'éclairage et un pour les feeders de la force motrice. Les deux premiers sont automatiquement reversibles; chacun comprenant un moteur à enroulement shunt actionnant une dynamo de 16 kw et une excitatrice de 5 kw. Ils peuvent accroître la tension de 0 à 80 volts pour la charge à 200 ampères et la diminuer de 0 à 45 jusqu'à 540 ampères. Elle a une très large capacité comparativement à la puissance du matériel générateur et c'est à cause des surcharges considérables qui peuvent survenir occasionnellement, par suite du grand nombre des grues, des élévateurs et des cabestans électriques employés et aussi à cause des moteurs à gaz. Elle réduit, par cela même, les dépenses d'exploitation, et permet

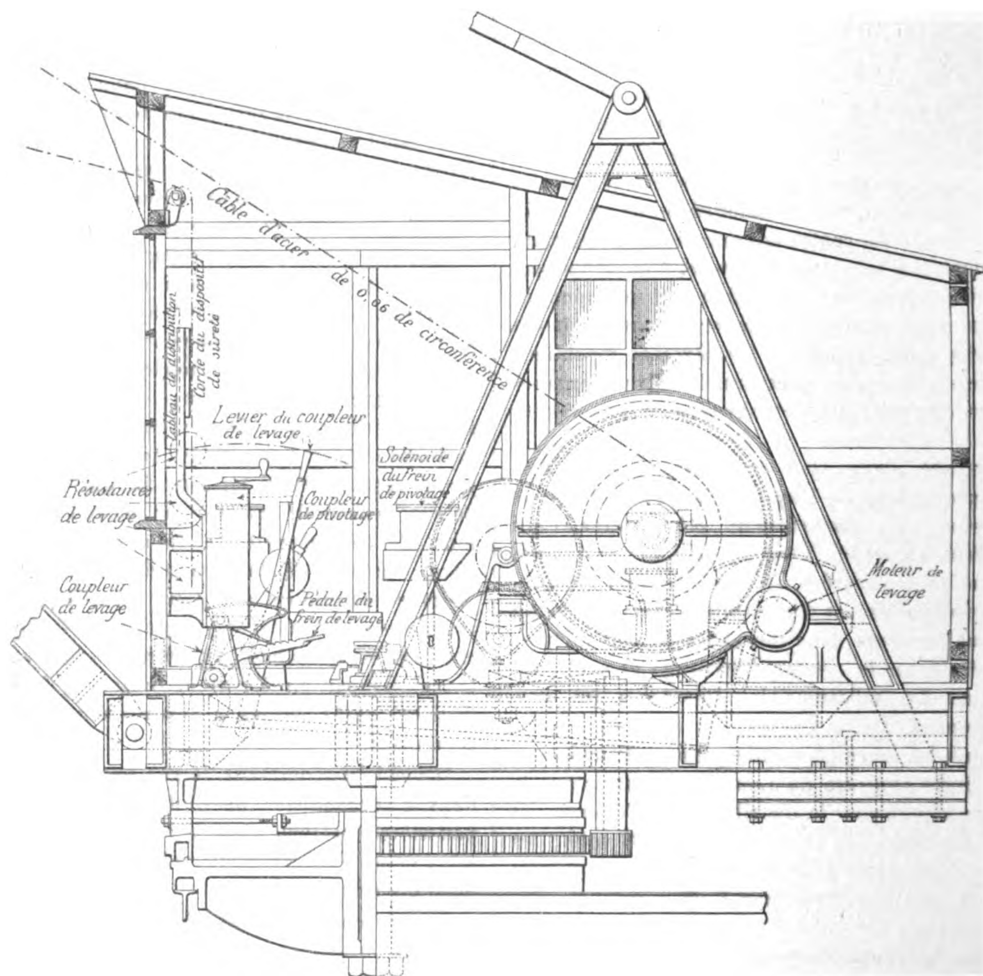


Fig. 1.

pour la décharge à 300 ampères, leur vitesse angulaire est de 950 révolutions par minute. Le survolteur des circuits d'éclairage se compose de deux génératrices à enroulement-série actionnées à 850 tours par un moteur shunt; il peut augmenter la tension de 25 volts sur chaque branche du circuit d'éclairage. Quant à celui des feeders de force motrice, il peut élever la tension de 35 volts; il est actionné par un moteur faisant 400 tours par minute. La batterie d'accumulateurs se compose de 250 éléments capables de fournir 180 ampères pendant six heures ou 300 ampères pendant trois heures et peut sans inconvénient, pendant des périodes de 30 secondes, donner d'interrompre quelquefois l'entier fonctionnement des machines génératrices.

Dans le bâtiment contenant les petites chaudières dont nous avons parlé plus haut, se trouvent deux pompes à incendies actionnées électriquement. Chacune comprend deux pompes Hatfield entraînées par un moteur de 80 ch et pouvant débiter à haute pression 3180 litres d'eau par minute. Un commutateur installé dans cette salle permet de relier directement ces moteurs aux circuits de la batterie dans le cas où un incendie se déclarerait au tableau de distribution ou dans la salle des machines. Des interrupteurs automatiques sont également montés entre la batterie et le tableau

de manière qu'un court-circuit, s'établissant en cas d'incendie, ne pourrait provoquer la décharge.

Si nous examinons maintenant les machines commandées électriquement par des moteurs alimentés au moyen de cette station centrale, nous voyons d'abord qu'il existe six grues sur les quais et six desservant les magasins et les docks.

Les premières sont des grues de 5 tonnes construites par MM. Stothert et Pitt pour le compte de la compagnie anglaise Westinghouse qui a fourni les moteurs et l'appareillage électrique. Les figures 1 et 2 nous montre la coupe verticale et horizontale du mécanisme.

Une disposition spéciale et intéressante à noter du treuil et le moteur démarre au même moment; un second déplacement du levier dans le même sens supprime les résistances intercalées et accélère la vitesse. Il y a deux manettes de commande; l'une pour le levage, l'autre pour le pivotage, une pédale actionne le frein mécanique; de cette manière la manœuvre de la grue est aussi simple que celle d'une grue à vapeur. Un des avantages que présente le dispositif d'embrayage du treuil est l'accroissement de vitesse du fonctionnement pour les mouvements de levage et la suppression de certains accidents au moteur par suite de leur marche en direction constante qui rend impossible un arrêt brusque de l'induit. Dans les grues

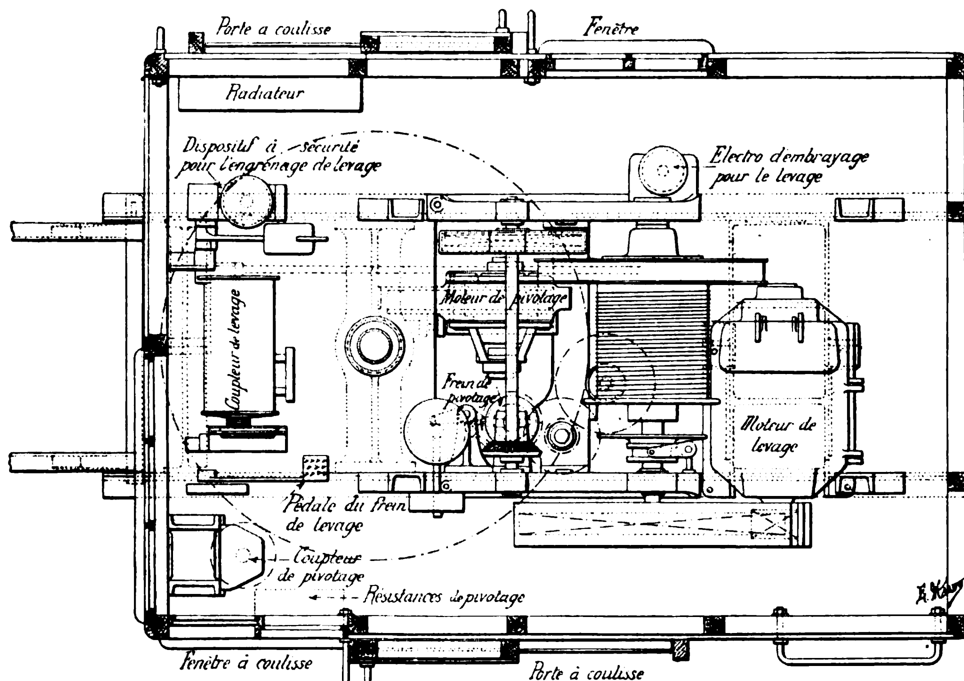


Fig. 2.

est celle du treuil de levage. Ce treuil n'est pas claveté directement, comme à l'ordinaire, sur l'arbre de commande, mais il tourne fou sur cet arbre et l'embrayage et le désembrayage est obtenu à l'aide d'un manchon de friction à bobine. Grâce à cette disposition particulière, le moteur de levage tourne toujours dans le même sens et n'est jamais inversé.

L'arbre du treuil porte une roue dentée, clavetée d'une manière absolument rigide et cette roue engrène directement par simple réduction avec le pignon qui est fixé d'autre part à l'axe de l'induit du moteur électrique. Le levier de commande du coupleur de levage actionne également un solénoïde qui agit sur la bobine d'embrayage à friction. Par suite de ce dispositif, le déplacement en avant du levier de commande provoque la fermeture du circuit sur le solénoïde qui détermine l'embrayage

comprenant des treuils accouplés à des moteurs réversibles, il faut avoir soin d'arrêter le moteur de levage dès que les crochets sont encore à une certaine distance du sommet de l'échelier, afin que le mouvement de l'induit puisse être annulé avant que le crochet ne butte contre la poulie, ce qui pourrait alors faire soulever l'échelier et fausser les tiges de support. Avec le dispositif adopté à Heysham, le levage peut être effectué à grande vitesse et la charge soulevée jusqu'à son point extrême, car les parties mobiles qui doivent être amenées dans la position de repos par la manœuvre du levier sont le treuil et la roue de frein qui eux ne tournent jamais à une vitesse excessive et dont le moment d'inertie est relativement faible. Dans les mouvements de descente, la supériorité du système est encore plus grande, car ce mouvement s'accomplit à grande vitesse sans dépense d'énergie, sous le

contrôle du frein à pédale; de plus, il peut être commencé instantanément après le levage sans cette pause qui est nécessaire entre les deux opérations avec les autres systèmes; pendant la descente l'induit du moteur continue à tourner à vitesse ralentie et s'arrête sans aucun à coup. Enfin, dernier avantage important, le moteur ne consomme pas un courant excessif au démarrage, la courbe d'intensité étant représentée par une ligne presque horizontale. Dans le cas où la distribution d'énergie électrique ferait défaut pendant le fonctionnement, un relai provoque le retour en arrière du levier de commande et arrête le déroulement du treuil. Enfin, le frein étant mécaniquement solidaire du coupleur, le circuit ne peut être fermé à moins que le frein ne soit relevé.

Le pivotage des grues s'effectue par l'intermédiaire de rouleaux glissant entre des bandes d'acier.

Les moteurs sont du type traction à enroulement en séries de 40 ch pour le levage et de 7 ch pour le pivotage; quant aux vitesses, elles sont de 30 m à la minute pour le levage et de 120 m à l'extrémité des crochets pour le pivotage. Avec moitié du poids maximum, on peut obtenir une vitesse double dans le levage, en détachant le crochet de la poulie de support et en dédoublant les câbles. Pour le pivotage on emploie des engrenages à double réduction.

Une plus petite grue de même construction est aussi employée sur les quais; sa puissance de levage est de 2 tonnes à une vitesse de 75 m à la minute; quant à sa vitesse de pivotage, elle est la même que celle des autres. Les moteurs sont respectivement de 40 et de 4 ch.

Dans les magasins et les docks on dispose de six grues de 1520 kg; deux moteurs de 12 ch et de 3 ch respectivement leur donnent une vitesse de levage de 24 m à la minute et de 75 m pour le pivotage. Deux autres grues semblables sont installées dans les docks à poisson qui doivent être également pourvus prochainement d'une grue de 50 tonnes.

Le port de Heysham compte 12 cabestans électriques construits par MM. Stothert et Pitt; deux de 1 tonne sont employés pour les travaux ordinaires et 2 de 3 tonnes servent à remorquer les navires.

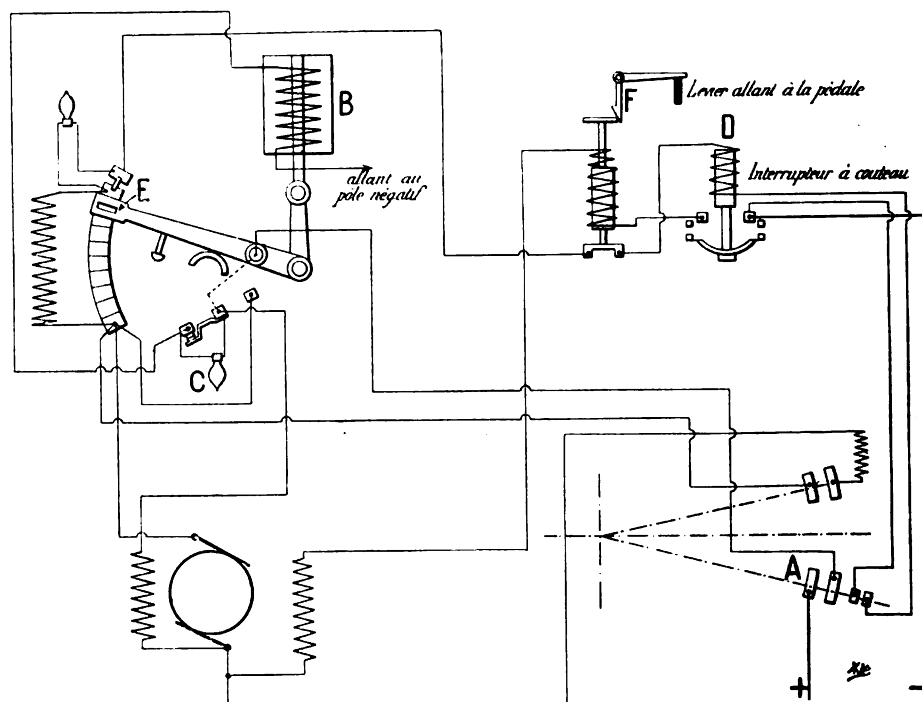


Fig. 3.

Ces cabestans sont munis d'un moteur de 20 ch à enroulement compound, placés de telle sorte que leur arbre est horizontal et entraine par pignon denté un arbre intermédiaire vertical qui est relié par engrenage à simple réduction à l'axe du cabestan. Le coupleur, situé dans le socle à côté du moteur, est actionné au moyen d'une pédale. La (fig. 3) représente des connexions des divers organes de ce coupleur.

Lorsque le levier A se trouve abaissé par la pédale qui aboutit en F, il relie le conducteur positif du circuit à la bobine B; deux contacts disposés sur ce même levier ferment le circuit de la bobine du commutateur à mâchoires D qui, en se soulevant, établit les connexions entre le conducteur négatif du circuit principal et la bobine B. Celle-ci fait alors mouvoir le levier de démarrage E qui s'abaisse jusqu'à prendre la position

inférieure provoquant le démarrage du moteur de la manière ordinaire; ce faisant, il intercale les résistances dans le circuit du commutateur D et ouvre le court circuit établi sur la lampe de résistance C, ce qui réduit la consommation de courant et prévient l'échauffement. La fonction du commutateur D est de supporter toutes les étincelles de rupture sur les contacts spéciaux dont il est pourvu. Avant d'arriver aux contacts du levier A, le courant traverse une bobine de résistance dite de surcharge qui est actionnée dès que l'effort sur le cabestan devient trop grand, le circuit est ouvert et la charge est retenue par l'arrêt F jusqu'à ce que la pédale soit relevée. De cette manière, par l'arrêt du cabestan, le mécanicien est prévenu de la surcharge et relève la pédale. Etant donné la grande différence de niveau d'eau au moment des marées, un débarcadère à deux étages a été établi pour les passagers et le déchargement des marchandises. Entre l'étage inférieur, qui est sous l'eau pendant la haute mer, et l'étage supérieur fonctionnent deux ascenseurs Waygood actionnés par des moteurs de 20 ch pendant la durée des basses eaux; des avertisseurs de niveau avec coupe-circuits empêchent la manœuvre de ces ascenseurs dès que l'étage inférieur est envahi par la mer.

Cette installation nécessite des soins particuliers et des précautions spéciales dans l'établissement de l'éclairage et des canalisations électriques. Les lampes sont à double enveloppe et enfermées dans des globes de verre épais fortement cimentés sur un anneau métallique et absolument étanches. Quant aux conducteurs qui circulent dans les couloirs de ce débarcadère, ils sont élongés dans des tubes d'acier galvanisé à joints vissés recouverts de peinture hydrofuge.

La distribution de l'énergie pour l'installation électrique du port de Heysham s'effectue au moyen de deux groupes de feeders qui partent du tableau de distribution de la salle des machines et se relient à des câbles aériens supportés par des poteaux doubles en H de 12 m de haut pour aller aboutir à trois tableaux secondaires disposés, le premier, dans les grands docks; le second, dans les petits magasins; le troisième, à l'extrémité nord du port. Les distances respectives de ces trois centres de distribution, à partir de la station centrale, sont 385 m pour les deux premiers et 650 m pour le troisième. Un quatrième centre de distribution se trouve à la station génératrice elle-même et alimente les environs immédiats dans un rayon de 150 m.

Des tableaux secondaires des feeders vont alimenter les sept grues des quais, les sept grues des magasins et les douze cabestans. L'éclairage des docks, des quais, des magasins, de la station centrale et des autres bâtiments est obtenu au moyen de 106 lampes à arc Jandus de 4 ampères, de 950 lampes à incandescence, dont 600 de 16 bougies, 200 de 32 bougies et 150 de 50 bougies et enfin de 30 lampes Nernst de 0,5 et 1 ampère. Toutes les lampes à arc employées à l'intérieur des bâtiments sont du type à vase clos.

Georges Dary.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LES INSTRUMENTS DE MESURE A LECTURE DIRECTE

(*Suite*) (1).

V. — Instruments thermiques.

L'instrument de mesure le plus anciennement connu dans cette catégorie est le voltmètre du major Cardew. Il est trop connu pour qu'il soit besoin d'en donner la description.

Plus tard, MM. Hartmann et Braun ont construit des instruments thermiques dans lesquels, grâce à un ingénieux dispositif, on obtient une grande amplification des dilatations produites par le passage du courant.

Tout dernièrement, plusieurs constructeurs ont cherché à obtenir l'énorme amplification nécessaire pour obtenir des déviations lisibles en utilisant différents dispositifs, mais, le plus souvent, les résultats obtenus ont été peu satisfaisants.

La principale difficulté que l'on rencontre dans la construction d'un instrument thermique consiste en ce fait que le degré de dilatation nécessaire doit être obtenu avec une puissance très faible. En outre, en ce qui concerne les ampèremètres, il est indispensable de réduire au minimnm la section des fils thermiques employés afin d'éviter une inertie excessive; il est vrai que l'on peut disposer plusieurs fils montés en parallèle, ce qui, toutefois, n'évite pas l'emploi d'un shunt lorsque l'instrument doit servir à mesurer des intensités dépassant 10 ampères Or, l'emploi du shunt entraîne toute une série d'inconvénients tels que grande consommation d'énergie, erreurs de température sensibles, troubles résultant des contacts, etc.

Les instruments thermiques présentent, par leur nature même, certains inconvénients qui sont plus ou moins atténués dans les différents types usuels. Ces inconvénients, dont quelques-uns, tels que ceux indiqués aux paragraphes 2° et 3°, ont été rendus presque négligeables dans certains modèles de voltmètres, peuvent être définis comme il suit :

1° Consommation exagérée d'énergie pour leur fonctionnement; la chute de tension, dans les ampèremètres atteignant de 0,1 à 0,5 volt et l'in-

(1) Voir l'*Électricien*, n° 723, p. 296; n° 724, p. 310; n° 725, p 329; n° 726, p. 343; n° 727, p. 362; n° 728, p. 374; n° 729, p. 391 et n° 730, p. 409.

tensité nécessaire pour assurer le fonctionnement d'un voltmètre variant de 1/3 à 1/8 d'ampère;

2° Non fixité du zéro de la graduation;

3° Augmentation ou diminution graduelle de la déviation lorsque l'instrument est laissé en permanence dans le circuit. Pour rendre les indications de l'aiguille indicatrice indépendantes des variations de la température ambiante, les supports du fil thermique sont ordinairement montés sur un socle métallique ayant le même coefficient de température que le fil thermique; mais comme ce dernier s'échauffe beaucoup plus rapidement que le socle portant les supports, il s'ensuit que les déviations de l'aiguille indicatrice vont graduellement en décroissant lorsque l'instrument reste continuellement dans le circuit;

4° Les divisions de la graduation sont très rapprochées au commencement de l'échelle, car la dilatation du fil thermique est à peu près proportionnelle au carré de l'intensité ou de la tension, suivant le cas. Ce fait constitue un inconvénient appréciable pour les ampèremètres principalement, car dans les voltmètres on n'utilise d'ordinaire que la seconde moitié de la graduation où les divisions sont beaucoup plus espacées;

5° Les fils thermiques sont généralement calculés comme section pour être portés à la température la plus élevée possible par le passage du courant, et cela pour obtenir la dilatation maximum. Il en résulte qu'une surcharge relativement faible suffit pour fondre le fil. On a songé, pour éviter cet inconvénient, à l'emploi d'un fusible branché sur le circuit; mais il ne faut pas perdre de vue que la masse du fil thermique est si petite qu'elle s'échauffe beaucoup plus rapidement que le fusible qui, dans ces conditions, ne fonctionne pas assez à temps pour protéger l'instrument. On a aussi proposé l'emploi d'un petit disjoncteur, logé à l'intérieur de l'instrument et actionné par la dilatation même du fil thermique; mais c'est là un dispositif bien compliqué et dont le bon fonctionnement est loin d'être certain

Si l'on considère les inconvénients que présentent les instruments thermiques, inconvénients qui viennent d'être énumérés, il y a tout lieu de s'étonner qu'ils aient été aussi employés jusqu'à présent, principalement dans l'Europe continentale. Il est vrai qu'au moment où ils ont été appliqués pour la première fois, il n'existait pas d'autre instrument apériodique pouvant être utilisé pour la mesure des courants alternatifs. En outre, ils avaient le grand avantage de pouvoir être employés pour des valeurs à mesurer très différentes, grâce aux shunts dont ils étaient accompagnés; enfin, après avoir été étalonnés avec un courant continu, on pouvait les utiliser pour mesurer, avec un certain degré de précision, des intensités ou des tensions alternatives quelconques.

Il faut également remarquer que les instruments thermiques ne sont pas affectés dans leur fonctionnement par le voisinage des champs magnétiques dus au flux de dispersion.

En dehors du voltmètre Cardew, les instruments thermiques n'ont jamais été beaucoup employés en Angleterre et il est à prévoir que, dans les stations centrales, ils seront progressivement remplacés par des instruments appartenant à d'autres catégories.

Au cours de la discussion du mémoire de MM. Edgcumbe et Ponga, il a été présenté diverses observations relatives aux instruments thermiques.

M. Rennie constate que la partie du mémoire consacrée à ces instruments a été très écourtée et que les auteurs auraient pu lui donner plus de développement. Dernièrement, dit-il, ayant à mesurer des courants alternatifs de grande intensité, nous avons voulu renoncer à l'emploi des instruments thermiques, surtout lorsque nous nous sommes rendu compte des avantages que présente l'emploi des électrodynamomètres pour la mesure de faibles tensions et nous avons pensé alors que l'on pouvait réaliser un électrodynamomètre pouvant mesurer des tensions descendant jusqu'à 0,1 volt. Quoi qu'il en soit, les instruments thermiques seront toujours utilisés. M. Trotter étudie depuis quelques mois un dispositif thermique qui lui a donné déjà de bons résultats et qui prouvent qu'en étudiant de très près la question, on pourra parvenir sans doute à réaliser un voltmètre thermique pouvant mesurer des tensions bien inférieures aux 1 ou 2 volts que permet de déterminer l'instrument de M. Field.

M. Evershed déclare qu'il partage entièrement l'opinion des auteurs du mémoire lorsqu'ils disent que le temps n'est pas éloigné où les instruments thermiques auront disparu des tableaux de distribution. Il ajoute qu'il a une longue pratique de ces instruments et qu'il a acquis la conviction que les défauts qu'ils présentent sont inhérents au principe même sur lequel ils sont fondés et non à leur mode de construction. Il estime qu'à l'avenir seront seuls utilisés les instruments à bobine mobile pour le courant continu et les instruments à fer mobile pour les courants alternatifs.

M. Swinburne fait remarquer que le premier instrument à fil thermique, réalisé il y a environ vingt ans par un Américain, était compensé. Il comportait deux fils : l'un actionnant le cadran et l'autre l'aiguille indicatrice.

M. Duddell dit que les auteurs ont indiqué dans le tableau des causes d'erreur pouvant affecter les instruments de mesure que, dans les instruments thermiques, il n'y avait pas d'erreur due à l'hystérésis et qu'il est heureux de voir cette constatation, car ils n'ont pas toujours procédé avec la même précision, puisqu'ils ont négligé de mentionner le déplacement du zéro sous l'action de la température ambiante. M. Edgcumbe lui répond qu'il est à peine nécessaire de faire remarquer que le terme hystérésis est employé dans leur mémoire avec

son acception ordinaire, c'est-à-dire comme hystérésis magnétique, et que ce phénomène ne peut évidemment pas se produire dans les instruments thermiques. Quant à l'hystérésis mécanique et à l'hystérésis thermique, si on peut s'exprimer ainsi, elles existent certainement dans une mesure anormale.

M. Patchell estime que les instruments thermiques ne semblent pas avoir été appréciés comme ils le méritent par les auteurs du mémoire. A l'appui de son opinion, il cite ce fait qu'il connait des instruments thermiques qui sont restés plus exacts pendant plus d'une année, que les meilleurs instruments d'autres types construits par la maison Weston et par la maison Nalder. Les instruments thermiques auxquels il fait allusion sont ceux du type horizontal primitif de M. Evershed.

M. Kilburn Scott suppose que M. Evershed, en se prononçant si énergiquement contre l'emploi des instruments thermiques, a voulu probablement viser le voltmètre de Cardew, car il ne faut pas oublier que les instruments thermiques actuels, tels que ceux de la maison Hartmann et Braun, diffèrent absolument du vieux voltmètre Cardew. Les instruments thermiques, tels qu'on les construit aujourd'hui, sont très appréciés pour la mesure des courants alternatifs et aussi pour les indications qu'ils donnent sur les panneaux de moteurs à cause de leur apériodicité, avantage qui compense largement leur manque léger de précision, en admettant qu'il existe.

Répondant à M. Scott, M. Edgcumbe dit que c'est sûrement aux instruments thermiques de construction actuelle que faisait allusion M. Evershed et non pas seulement au voltmètre Cardew. Du reste, dit-il, je partage entièrement l'opinion émise par M. Evershed en ce qui concerne l'inexactitude des instruments thermiques. Toutefois, leur emploi sur les panneaux de moteurs, où il n'est pas nécessaire d'avoir des indications très précises, est parfaitement admissible, bien que la facilité avec laquelle les fils thermiques fondent, en cas de court-circuit, constitue une objection sérieuse à leur emploi; il est difficile d'expliquer pourquoi on ne préférerait pas utiliser un instrument apériodique à fer mobile, dont le prix est de moitié moins élevé, qui peut sans inconvénient supporter un court-circuit et donne toute satisfaction. *(A suivre).*

LE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE DES MINES

EN ANGLETERRE ET EN ALLEMAGNE

(Suite et fin) (1).

III. — Pompes d'épuisement.

Les machines d'épuisement sont dans les mines d'une importance aussi grande que les machines élévatrices et les treuils de halage; aussi les pompes et les appareils de ventilation actionnés électriquement fonctionnent-ils depuis bon nombre d'années en Allemagne, en Angleterre et dans les autres pays de l'Europe. Jusqu'à ces dernières années cependant, les pompes, ainsi que d'ailleurs les machines élévatrices et les treuils, n'ont pas été de très grande puissance, la vapeur ayant été utilisée seule dans la plupart des cas et, dans quelques autres, l'air comprimé.

Des moteurs polyphasés ont été récemment construits en Allemagne pour actionner directement les pompes d'épuisement dans les mines à des vitesses qui ne dépassaient pas 60 révolutions par minute et ces moteurs à faible vitesse ont procuré la possibilité, d'assurer le fonctionnement de pompes très puissantes avec économie par accouplement direct et en n'occupant qu'un petit espace. La distance séparant les machines d'épuisement des génératrices d'énergie ne présentait plus aucune importance avec les moteurs électriques tandis qu'il n'en était pas de même avec les pompes à vapeur et les chaudières; dans ce cas, les pertes de vapeur dans les canalisations par suite de la condensation augmentaient d'une manière très importante avec la distance franchie.

On peut citer à titre d'exemple, les moteurs polyphasés de 630 ch accouplés à une pompe ayant un débit de 5,5 m^3 d'eau par minute sur une hauteur de 450 m. La pompe, qui est du type différentiel, est actionnée par un moteur triphasé genre synchrone construit à Frankfort-sur-le-Mein, par le *Elektricitats Actien Gesellschaft*. Ce moteur fonctionne à une tension de 2000 volts à la fréquence 50. Il comporte un rotor en court-circuit construit en huit parties ayant un diamètre de 4,70 m et une largeur de 450 mm. La périphérie du rotor comprend 528 rainures; quant au stator il a un diamètre de 5 m et est divisé en 4 sections. Le poids total tout compris est de 33 600 kg; celui du rotor seul est de 28 000 kg. Le démarrage de ce moteur s'effectue en même temps que la génératrice et est aidé par la pression de l'eau dans les tuyaux, la pompe travaillant alors comme moteur hydraulique. L'alternateur est excité au moyen d'un courant continu fourni par des batteries d'accumulateurs jusqu'à ce que la pleine vitesse soit atteinte, alors l'excitation est obtenue à l'aide d'un transformateur rotatif.

On trouve un matériel d'épuisement des plus intéressants avec moteur triphasé à induc-

(1) Voir l'*Électricien*, n° 729, p. 385 et n° 730, p. 413.

tion dans les mines « Freil Vogel und Unverhofft ». Les pompes travaillent sur une hauteur de 500 m et débitent 2 m^3 d'eau par minute. Le moteur électrique qui les actionne a une puissance de 270 ch et sa vitesse angulaire est de 62 révolutions; il est alimenté par une ligne de transmission à 1000 volts.

Aux mines Charlotters de Gernitz, le débit de la pompe est de 2,5 m^3 d'eau élevée à une hauteur de 180 m; elle est commandée par un moteur Lahmeyer de 130 ch fonctionnant à la vitesse de 75 révolutions; la tension est de 800 volts.

Les ingénieurs des mines allemands et anglais sont d'avis, d'après leur propre expérience, que les pompes actionnées électriquement sont beaucoup plus efficaces que celles avec moteur à vapeur ou à air comprimé; les rendements dans la plupart des cas étant de 70 0/0. Avec des pompes à air comprimé, le rendement varie de 20 à 40 0/0 tandis qu'avec les pompes à vapeur le rendement atteint à peine 55 0/0; tous ces chiffres sont donnés par des installations actuelles et on n'a pas fait entrer en ligne de compte, le temps passé en réparations, la longue distance de transmission de la vapeur, car dans ce cas, la condensation dans la canalisation est très grande et l'énergie électrique possède, pour les grandes distances, un rendement relatif beaucoup plus élevé.

Un certain nombre de mines anglaises emploient maintenant l'énergie électrique avec une très grande économie. Le matériel électrique de la mine de Birchwood comprend deux génératrices de 50 kw chacune fournissant le courant à tout un ensemble de machines souterraines; ces machines comprennent deux moteurs de 15 ch actionnant des ventilateurs, un moteur de 30 ch pour la commande des treuils et un moteur de 60 ch pour la machine élévatrice. Quand aux pompes d'épuisement, elles sont au nombre de deux; une fixe à triple effet et une pompe portative; chacune commandée par un moteur de 10 ch. Les pompes portatives sont d'une grande utilité dans les mines, elles servent au drainage des différentes sections, suivant les besoins, et n'exigent pas d'installation permanente.

Aux mines de Portland, en Angleterre, on trouve deux génératrices à courant continu de 50 kw qu'alimentent différents moteurs desservant les machines d'exploitation parmi lesquelles une pompe de même capacité et de même genre que celles dont nous avons parlé plus haut. Toutes ces pompes d'épuisement ont été installées par la General Electric C° de Londres qui en a également monté un certain nombre avec moteurs à courant continu et à courants triphasés dans les mines du Sud africain : la Vogelsstruis, la Kinght Central, la Wit Watersrandgeep, la Simmer et Jack, et la Robinson Deep. Des matériels analogues ont été installés aux mines d'or Ivanhoe et Kleinfontein; la station centrale de cette dernière comprend trois groupes électrogènes de 350 kw à courant continu avec moteurs Bellis dont la vitesse angulaire est de 360 révolutions. A la station d'énergie de la mine Ivanhoe, il y a deux alternateurs triphasés de 155 kw accouplés directement à des moteurs Bellis à grande vitesse, soit 400 révolutions; les excitatrices sont montées sur le même arbre. Dans cette mine la puissance des moteurs atteint jusqu'à 120 ch; cette dernière puissance est employée pour actionner des concasseurs et un moteur de 50 ch à courants triphasés est monté directement sur une pompe à triple effet ayant un débit de 453 litres d'eau par minute sur une hauteur de 300 m.

Les ingénieurs anglais donnent comme il suit leur opinion sur les caractères que doivent présenter les pompes d'épuisement actionnées électriquement.

Toutes les valves sont du type à disque et doivent être en métal à canon; elles sont assujetties dans des ouvertures forées avec garnitures métalliquee semblables. Les manivelles doivent être d'acier doux, avec leurs trois tiges de piston en acier forgé et leurs coussinets ajustables avec enveloppes hermétiques.

La vitesse des pistons plongeurs ne doit pas excéder de 18 à 21 m par minute, car les pompes ayant de grandes capacités et de hautes tensions nécessitent l'emploi d'engrenages réducteurs. Si les pompes sont très bien construites, elles peuvent être pourvues d'un engrenage direct, c'est-à-dire d'une combinaison des types à pignon. La première réduction est surtout obtenue par courroie, ce qui assure un certain degré de flexibilité, mais cela n'est pas nécessaire si les organes de la pompe sont bien établies.

Il y a de nombreuses applications à faire pour les pompes portatives dans les mines qui sont pourvues de « poches d'eau ». La plus appropriée, dans ce cas, serait un modèle portatif comprenant une pompe à trois pistons directement engrenés avec le moteur, l'ensemble étant monté sur un châssis d'acier muni de roues. Un autre ensemble qui, dans certains

cas est très appréciable consiste en une pompe centrifuge directement accouplée à un moteur. Ce système, bien qu'il ne soit pas d'un rendement très élevé, est économique comme frais de premier établissement, beaucoup plus léger et par suite plus facilement transportable que le précédent. Pour les opérations de fonçage, la pompe centrifuge est de beaucoup la meilleure; son emploi est seulement possible dans le cas où l'on dispose d'énergie électrique. Quant à la hauteur d'épuisement, il ne serait pas bon d'employer une simple pompe centrifuge pour une hauteur dépassant 150 m. Au-delà de cette hauteur il est préférable d'employer une pompe à triple effet; si cette hauteur dépasse de beaucoup 150 m, on devra disposer d'une série de pompes, chacune étant capable d'élever l'eau à une hauteur de 60 à 90 m. Lorsque les opérations de fonçage arrivent à leur maximum de hauteur, on se sert alors d'un groupe de pompes installé à poste fixe dans un petit bâtiment édifié sur le côté du puits. Quant aux pompes transportables, elles pourront alors envoyer l'eau, soit dans un réservoir ou dans les pompes fixes. Le principal avantage que l'on retire de cette méthode est une grande réduction de poids à faire supporter par les treuils et les machines élévatrices.

La pompe centrifuge dans une mine est plus facilement commandée par un moteur électrique que tout autre type à cause de sa simplicité et de sa grande vitesse de fonctionnement. Dans plusieurs cas où les autres pompes à plongeur ont manqué, par suite d'avaries, les pompes centrifuges ont toujours fourni un travail absolument satisfaisant. Nous citerons à ce sujet une série de pompes centrifuges actionnées électriquement qui ont été installées dans une mine d'argent en Espagne en remplacement des pompes à plongeurs. Chacune de ces pompes élève l'eau à une hauteur de 150 m, débitant 4535 litres d'eau à la minute dans la chambre d'épuisement voisine. Des batteries de pompes se succèdent ainsi dans les différents étages, de sorte que la colonne d'eau est ininterrompue et un flux d'eau constant est rejeté à l'extérieur.

Aux mines « Deutscher Kaiser », on remarque deux groupes de pompes électriques ayant un débit de 2m³ à la minute sur une hauteur de 370 m ; l'un de ces ensembles est capable d'élever cette même quantité d'eau à 470 m.

Des moteurs à courant continu sont employés à actionner les pompes et s'alimentent sur une ligne à 700 volts; chacun de ces moteurs a une puissance de 220 ch et a une vitesse angulaire de 180 révolutions, l'autre donne 240 tours par minute; un engrenage réducteur est intercalé.

De nouvelles pompes commandées électriquement viennent d'être installées aux mines de Fransiska et de Hamburg. Elles sont directement accouplées à trois moteurs synchrones triphasés de 550 ch chacun. Sur ces trois pompes, l'une peut débiter 5 m³ d'eau par minute à une hauteur de 380 m, l'autre débite 3,8 m³ à une hauteur de 510 m; leur vitesse est de 80 révolutions par minute. Les moteurs sont alimentés par des courants à 2000 volts et à la fréquence 25.

Une autre installation intéressante de pompes à commande électrique est celle de Massener Thiefhan; ces pompes ont été fournies par la Friedrich-Wilhelm-Hætte et débitent 4m³ d'eau à une hauteur de 400 m. Des moteurs Lahmeyer à courants triphasés, du type à induction et d'une puissance de 450 ch ont été employé; leur vitesse est peu élevée, elle est de 62 révolutions. Les courants sont fournis directement aux moteurs à une tension de 2000 volts et à la fréquence 25.

Frank C. Perkins,



ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

SÉANCE DU 28 NOVEMBRE 1904

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

Un ouvrage de M. le docteur H. Guilleminot ayant pour titre : *Electricité médicale* (présenté par M. d'Arsonval).

Un ouvrage de M. Pécheux ayant pour titre : *Traité théorique et pratique d'électricité*, avec notes additionnelles de MM. J. Blondin et E. Néculcea (présenté par M. Violle).

M. Mascart présente une note de M. G. Moreau *sur une nouvelle catégorie d'ions*.

M. H. Becquerel présente une note de MM. Ed. Sarasin, Th. Tommasina et F.-J. Micheli *sur la genèse de la radioactivité temporaire*.

M. E. Fleurent communique une note *sur le blanchiment des farines* dans laquelle, faisant allusion à la note présentée par M. Balland dans la séance du 14 novembre dernier, il soulève une réclamation de priorité, ayant communiqué les premiers résultats de ses études sur le même sujet, le 18 octobre dernier, dans une séance du Congrès de la meunerie.

SÉANCE DU 5 DÉCEMBRE 1904

M. H. Poincaré présente en hommage à l'Académie, au nom de Mme veuve Cornu, la collection complète des mémoires de l'illustre physicien.

M. H. Poincaré présente une note de MM. V. Crémieu et L. Malclès ayant pour titre : *Recherches sur les*

diélectriques solides. Ils arrivent à cette conclusion que le phénomène de la diminution de l'influence électrique, au travers des diélectriques solides, par l'apparition, au sein de ces diélectriques, d'une charge négative, leur semble nettement établi.

M. d'Arsonval présente une note de M. H. Bordier intitulée : *Expériences permettant de déceler les rayons N.*

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

SÉANCE DU 2 DÉCEMBRE 1904

Sur les ions de l'atmosphère, par M. P. Langevin. — On sait que la décharge des corps électrisés par les rayons de Rœntgen ou ceux des corps actifs résulte d'une action des rayons sur le gaz qu'ils traversent, et que le phénomène se représente de la manière la plus simple et la plus complète si l'on admet que chaque élément de volume du gaz traversé par le rayonnement peut fournir des quantités égales et limitées d'électricités de signes contraires, capables de se mouvoir le long des lignes de force du champ créé dans le gaz pour aller décharger les corps électrisés qui produisent ce champ. Si aucun champ n'existe, la modification subie par le gaz disparaît lorsque les rayons ont cessé d'agir, par recombinaison progressive des charges libérées, et le gaz revient à l'état initial.

Les charges ainsi libérées dans le gaz sont réparties entre un nombre fini de centres ou ions, portant tous la même charge égale à celle que transporte un atome monovalent dans l'électrolyse. Les phénomènes de condensation de la vapeur d'eau sursaturante en présence des gaz conducteurs apportent à cette conception une confirmation éclatante, en permettant de saisir individuellement les ions qui agissent comme des germes pour la formation des gouttes, et de mesurer la charge électrique portée par chacun d'eux; les meilleures mesures donnent pour cette charge élémentaire

$$3,4 \times 10^{-10} \text{ unités électrostatiques C. G. S.}$$

Le déplacement des ions sous l'action d'un champ électrique X se fait avec une vitesse kX proportionnelle au champ, en raison de la résistance opposée par le gaz; le coefficient k, la *mobilité* des ions étant de l'ordre de 1 cm par seconde pour un champ de 1 volt par centimètre (1,4 pour les positifs et 1,8 pour les négatifs dans l'air sec, dans les conditions normales). Cette mobilité conduit à admettre que ces ions sont constitués par une agglomération d'une dizaine de molécules du gaz maintenues par attraction électrostatique autour du centre électrisé qui porte la charge de l'ion.

A côté de ces petits ions produits par les radiations, il existe, dans les gaz où se sont produites les réactions chimiques, une conductibilité due à la présence de gros ions, très peu mobiles, véritables gouttelettes chargées. Dans le cas, étudié par M. Bloch, de l'air qui a passé sur du phosphore, la mobilité de ces ions est voisine de 1/3000e de centimètre par seconde pour 1 volt par centimètre et conduit à leur attribuer, en les supposant sphériques, un diamètre de 1/100e de micron, c'est-à-dire l'épaisseur de la tache noire des bulles de savon. A la température ordinaire, il ne semble pas exister de manière permanente d'ions de grosseur intermédiaire entre ceux-ci, contenant environ un million de molécules, et les petits ions signalés plus haut. Les gros ions agissent pour condenser la vapeur d'eau, même lorsque celle-ci est simplement saturante.

Les travaux d'Elster et Geitel, de C.-T.-R. Wilson ont montré que l'atmosphère possède de manière permanente une conductibilité analogue à celle que produisent les radiations, due à de petits ions que libèrent les substances radioactives dont la présence constante dans l'atmosphère est aujourd'hui démontrée. Le phénomène anciennement connu de la déperdition de l'électricité est lié à cette présence d'ions dans l'atmosphère, d'où résulte, vers le corps chargé, un afflux d'ions de signe contraire au sien. On peut montrer cet afflux en reprenant, sous une forme différente, une expérience de M. Perrin (1) : si l'on couvre la boule d'un électroscope chargé d'un chapeau de paraffine, celui-ci arrête les charges qui viennent vers l'électroscope et prend en quelques minutes une charge opposée à celle des feuilles d'or, tandis qu'il devrait prendre une charge de même signe si la déperdition était due à un phénomène de convection par répulsion de particules qui se seraient chargées au contact de la boule. La charge prise par la paraffine lui vient de l'atmosphère, puisqu'il suffit de la couvrir d'un chapeau métallique pour qu'elle cesse de se charger. Cette conductibilité permanente de l'air me semble fournir l'explication la plus simple des phénomènes signalés récemment par MM. Crémieu et Malclès (2), au moins lorsqu'il n'y a pas contact entre conducteurs et isolants.

L'étude de cette conductibilité permanente de l'atmosphère est importante, soit au point de vue de la présence de radioactivité, soit au point de vue des phénomènes météorologiques, puisque la présence d'ions dans l'air et leur rôle dans la formation des nuages ont permis, pour la première fois, de donner une explication cohérente des phénomènes d'électricité atmosphérique.

On a employé jusqu'ici deux méthodes : Elster et Geitel ont proposé de suivre la déperdition d'un cylindre chargé surmontant un électroscope; mais il semble difficile de préciser la signification de ces mesures, la déperdition devant varier beaucoup avec les circonstances, en particulier avec la manière dont se fait le renouvellement de l'air.

Ebert a proposé de mesurer la charge disponible, le nombre d'ions contenu dans un volume connu d'air, en faisant passer celui-ci dans un tube portant, suivant son axe, une électrode chargée reliée à un électroscope. De la chute des feuilles d'or on peut déduire la charge disponible par centimètre cube d'air. M. Langevin poursuit, depuis le mois de mai dernier, des expériences de ce genre au sommet de la tour Eiffel; il en donnera ultérieurement les résultats qui conduisent, en moyenne, au chiffre de 1000 ions de chaque signe par centimètre cube, comme M. Ebert l'avait trouvé en Allemagne.

Il lui a paru nécessaire de s'assurer, par des expériences de laboratoire, de la signification des mesures ainsi faites et il a été conduit à chercher comment se répartissent, dans l'atmosphère, les ions entre les diverses mobilités, alors que les mesures faites jus-

(1) J. Perrin, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, 1897, p. 531.

(2) V. Crémieu et L. Malclès, *Comptes-rendus*, 14 novembre 1904, p. 790.

qu'ici dans l'air n'ont porté que sur les petits ions de grande mobilité.

Si n est la densité en volume des charges, négatives, par exemple, disponibles dans l'air, la fraction de ces charges, portée par les ions de mobilités comprises entre k et $k + dk$, sera

$$dn = f(k)\, dk;$$

le problème consiste à déterminer la fonction $f(k)$.

M. Langevin utilise, pour le résoudre, la méthode des courants gazeux en faisant passer par seconde un volume U d'air dans un condensateur cylindrique de capacité C chargé sous la différence de potentiel V. Les ions présents dans le gaz ne sont pas tous recueillis dans le condensateur si le débit U est suffisamment grand pour en entraîner une partie, et le rapport $\frac{di}{dI}$ du courant obtenu sur l'armature intérieure au courant maximum dI que l'on obtiendrait si tous les ions de mobilité k étaient recueillis, est donné par

$$\frac{di}{dI} = k\frac{4\pi CV}{U}.$$

Quand il existe des ions de mobilités diverses, on obtient facilement le résultat suivant : si l'on construit une courbe en portant en abscisses la quantité

$$x = \frac{4\pi CV}{U},$$

et en ordonnées l'intensité i mesurée par un électromètre, on a :

$$f\left(\frac{1}{x}\right) = -\frac{x^3}{U}\frac{d^2i}{dx^2},$$

c'est-à-dire qu'il existe des ions de mobilité k si la courbe tracée présente une courbure au point d'abscisse $x = \frac{1}{k}$. Les mesures ont été faites avec des appareils différents pour examiner les portions de la courbe qui correspondent aux grandes et aux petites mobilités. Pour obtenir des résultats cohérents, il est nécessaire de prendre les précautions suivantes : pour les faibles valeurs de x (grandes mobilités), il est essentiel d'éviter tout champ électrique dans la région que traverse le gaz avant son entrée dans le condensateur cylindrique, pour que les ions très mobiles ne soient pas en partie recueillis par ce champ. De plus, quand on établit une différence de potentiel élevée sur le condensateur cylindrique, on obtient d'ordinaire, même en l'absence de courant d'air, un courant électrique dont l'intensité augmente rapidement avec le voltage (à peu près comme le cube) et qui correspond à un effet de convection produit par les poussières entre les armatures. Cet effet disparaît complètement si l'on enduit de mélasse, pour coller les poussières, les surfaces des deux armatures.

Ces précautions prises, les résultats obtenus avec les divers appareils concordent absolument pour montrer sur la courbe *deux* régions de forte courbure, l'une correspondant aux mobilités voisines de 1 cm par seconde (petits ions) et l'autre aux mobilités voisines de 1/3000 (gros ions) *avec ceci de remarquable que la charge totale portée par l'ensemble de ces derniers peut être cinquante fois supérieure à celle portée par les petits et seule mesurée jusqu'ici.*

Il sera intéressant de poursuivre ces expériences au sommet de la tour Eiffel, par exemple, dans une atmosphère moins chargée de poussières que celle voisine du sol de Paris.

M. Langevin attribue la production des gros ions observés à la présence de gouttelettes ou poussières électriquement neutres, ayant un diamètre voisin du centième de micron et pouvant résulter de l'évaporation de gouttes d'eau; les ions produits par les radiations viennent par diffusion charger ces gouttelettes et donnent de gros ions. Il a pu établir la théorie de cette diffusion et prévoir différents résultats que l'expérience semble confirmer entièrement.

M. V. Crémieu fait observer que l'explication donnée par M. Langevin de l'apparition des charges réactives dans les diélectriques solides, explication basée sur les ions de l'atmosphère, ne peut expliquer tous les détails de l'apparition de ces charges D'ailleurs, l'objection de M. Langevin avait été faite, sous diverses formes et par plusieurs physiciens, à MM. Crémieu et Malclès. Les expériences de vérification faites semblent toutes écarter l'explication tirée de l'électricité atmosphérique, et M. Crémieu pense, par suite, que les charges réactives proviennent d'un phénomène interne des diélectriques.

En second lieu, M. Crémieu rappelle à M. Langevin un certain nombres d'expériences anciennes de Coulomb, Matteuci et Gaugain, et des expériences récentes de Crémieu, et de Crémieu et Pender. Toutes montrent que l'isolement d'un conducteur chargé est bien meilleur lorsque ce conducteur passe de l'immobilité dans l'air à un mouvement quelconque.

M. Crémieu estime que ces faits d'expériences semblent difficiles à expliquer avec les hypothèses ionistiques.

BIBLIOGRAPHIE

Bau der Dampfturbinen (*Construction des turbines à vapeur*), par A. Musil, professeur à la haute école technique de Brünn. 1 vol. format 16 × 24 cm avec 97 fig. et 42 tables. Prix, relié : 8 mark (Leipzig, B.-G. Teubner, éditeur, 1904).

Dans cet ouvrage, destiné aux élèves des hautes écoles techniques et aux ingénieurs qui se livrent à des études postscolaires, l'auteur a cherché à réunir et coordonner tous les détails intéressants, théoriques et pratiques, qui se rapportent à la turbine à vapeur fixe. Sans doute, ce livre n'est pas complet au point de vue construction, en raison de la réserve observée par les constructeurs de turbines et de la discrétion jalouse avec laquelle ils laissent entrevoir leurs méthodes de travail et leurs secrets de fabrication; pourtant, cela n'empêche pas d'y trouver des informations précieuses, surtout dans la partie théorique qui a été traitée avec toute l'ampleur que mérite un aussi important sujet. Quant à la turbine à vapeur employée à bord des navires, M. Musil l'a complètement écartée, afin de ne pas donner une extension trop grande à son étude. Cette étude se divise en huit grands chapitres, portant les titres ci-après :

Chap. 1. Caractère essentiel de la turbine à vapeur et différents systèmes de turbines. — Chap. 2. Le tuyau de vapeur *Dampfdüse*. — Chap. 3. La turbine Laval. —

Chap. 4. La turbine Parsons. — Chap. 5. La turbine Zœlly. — Chap. 6. La turbine Riedler-Stumpf. — Chap. 7. La turbine Curtis. — Chap. 8. La turbine Rateau.

Experimentelle Elektrizitætslehre mit besonderer Berücksichtigung der neueren Anschauungen und Ergebnisse (*Théorie de l'électricité basée sur l'expérience avec examen spécial des plus récentes hypothèses et découvertes*), par le Dr Hermann Starke. 1 vol. format 14 × 22 cm., avec 275 fig. Prix, relié : 6 mark (Leipzig et Berlin, B.-G. Teubner, éditeur, 1904.)

Ce livre est un ouvrage de vulgarisation dans lequel l'auteur a réuni une série de conférences faites par lui sur les théories électriques modernes. Écrit dans une langue simple et accessible même aux lecteurs qui n'ont pas acquis des connaissances mathématiques étendues avant de se livrer à l'étude de l'électricité, il tient le milieu entre les traités purement théoriques et les manuels de physique expérimentale. Il comporte treize chapitres, dont voici les titres :

Chap. 1. Lois fondamentales et définitions de l'électrostatique. Le système des mesures électrostatiques. — Chap. 2. Phénomènes électrostatiques considérés au point de vue de la théorie de Faraday-Maxwell. — Chap. 3. Magnétisme. — Chap. 4. Lois fondamentales et définitions de l'électromagnétisme. Le système des mesures électromagnétiques. — Chap. 5. Electrolyse. — Chap. 6. Mesures électriques (mesure des intensités, des résistances, des forces électromotrices). — Chap. 7. Induction électromagnétique. — Chap. 8. Mesures magnétiques. — Chap. 9. Emploi de l'induction pour la production de courants électriques industriels. La machine dynamo (téléphone et microphone). — Chap. 10. Courants alternatifs. — Chap. 11. Oscillations électriques (naissance; propagation ondulatoire le long des fils; propagation ondulatoire dans l'espace libre; influence du diélectrique sur la propagation des ondes électromagnétiques, et théorie électromagnétique de la lumière; télégraphie sans fil). — Chap. 12. Conductibilité électrique des gaz. — Chap. 13. Electricité thermique; effets thermomagnétiques et galvanomagnétiques, etc.

Une table alphabétique termine cet intéressant ouvrage, permettant au lecteur de se reporter immédiatement à l'une quelconque des nombreuses questions qui y sont traitées.

CHRONIQUE

L'Institution anglaise des ingénieurs électriciens.

Les différentes sections de l'Institution anglaise des ingénieurs électriciens ont commencé leurs travaux de la séance de 1904-1905. Une ou deux des sections de province (Newcastle-sur-Tyne et Glasgow) ont inauguré leurs séances par le banquet annuel qui est de tradition à Londres, et d'autres sections se sont contentées d'un discours d'ouverture prononcé par le président. La société de Londres a tenu sa première séance le 10 novembre dernier, sous la présidence de M. R. Kaye Gray, ancien président, et le nouveau, qui a déjà siégé comme tel, il y a quelques années, M. Alexandre Siemens, a prononcé un discours d'ouverture. Il examine en détail les principales causes qui ont malheureusement influencé l'industrie électrique et il montre qu'en premier lieu la véritable base d'une civilisation moderne réside dans l'abaissement des prix de production. Il étudie les trois facteurs qui affectent principalement l'industrie, à savoir :

Le capital qui alimente les usines et les matières brutes ;

Les ouvriers qui convertissent les matières brutes en produits fabriqués ;

L'administration.

Chacun de ces trois facteurs est primordial; ils peuvent provoquer une hausse dans le prix de production, restreindre, en outre, la vente et influencer enfin de toutes manières sur le résultat de l'industrie considérée.

Après avoir parlé très minutieusement de ces influences intérieures, M. Siemens passe alors aux circonstances extérieures qui influencent, elles aussi, l'industrie électrique; il fait remarquer qu'il existe certains perfectionnements électriques qui ont grandement contribué au développement de certaines branches industrielles et qui pourraient être imitées avantageusement par les autres. D'abord, dit-il, la longue période de temps pendant laquelle les courants des piles furent seuls employés, principalement pour la télégraphie, a permis l'achèvement de recherches scientifiques importantes qui ont à la fin amené la découverte des lois fondamentales formant la base de toutes les applications pratiques de l'électricité.

Mais la science ne déserte pas l'industrie quand elle commence à se servir de courants puissants. Et, à ce sujet, l'auteur n'a besoin que de rappeler à son auditoire la démonstration mathématique que John Hopkinson a présentée à cette même Institution, des machines à courants alternatifs fonctionnant en parallèle. Cet exemple était particulièrement intéressant, car dans ce cas la science a montré à l'ingénieur comment il pouvait résoudre l'un de ces problèmes. Ordinairement, dit M. Siemens, les fonctions de la science ont été d'empêcher ses adeptes d'être déçus et trompés par de fallacieuses vraisemblances, et à côté de ces indications trompeuses, la science seule donne des réponses exactement définies; les déductions tirées de la théorie peuvent alors aboutir à des applications pratiques. L'industrie électrique a eu le grand avantage de posséder dès son début des instruments sensibles de maniement facile, de telle sorte que la vérification des théories a été comparativement simple et il a été alors possible de contrôler par des mesures exactes toutes les opérations, non seulement dans le laboratoire, mais encore dans les ateliers et les usines.

L'adoption des mêmes unités de mesure électrique dans tous les pays a, dit-il, contribué plus que toute autre chose au rapide développement de l'industrie électrique.

Le président fait également ressortir les nombreux avantages qui résulteraient de l'adoption générale des mesures métriques et termine par un aperçu sur les lois qui régissent les brevets d'électricité et des autres industries.

A.-H. B.

Le Propriétaire-Gérant : L. De Soye

Paris. — Imp. De Soye et Fils, impr., 18, r. des Fossés S.-Jacques.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XXVIII

Académies et Sociétés savantes.

Accumulateurs.

Appareillage.

Applications à la marine.

Applications aux mines.

Applications diverses.

Automobilisme.

Bibliographie.

Câbles sous-marins.

Canalisations électriques.

Condensateurs.

Distribution et transport électriques de l'énergie.

Divers.

Eclairage.

Electricité atmosphérique.

Electricité médicale et Electrophysiologie.

Electrochimie et Electrométallurgie.

Electrothermie.

Expositions et Congrès.

Force motrice.

Industrie.

Instructions et règlements.

Jurisprudence.

Lampes.

Mesures.

Piles.

Photométrie.

Stations centrales et installations électriques.

Télégraphie.

Télégraphie et téléphonie sans fil.

Téléphonie.

Traction électrique.

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

A

B

C

D

PARIS — L. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSES S.-JACQUES.

Gazette de l'Électricien

AVIS IMPORTANT

Toutes les communications et lettres relatives à la [ré]*daction de l'Electricien doivent être adressées à* [M.] *J.-A. Montpellier, rédacteur en chef, 3, rue Le*[co]*urbe, Paris, 15e.*

[*T*]*out ce qui concerne l'Administration (abonnements,* [ré]*clamations, changements d'adresse, annonces, etc.),* [do]*it être adressé à la librairie Vve Charles Dunod, 49, quai* [de]*s Grands-Augustins, Paris. (Téléphone no 147-92.)*

M. Montpellier reçoit, 49, quai des Grands-Augustins, [le] *samedi, de 4 à 6 heures.*

[Un]ion internationale de Tramways et de Chemins de fer d'intérêt local (*Internationaler Strassenbahn-und Kleinbahn-Verein*).

[QU]ESTIONS PORTÉES A L'ORDRE DU JOUR DE LA XIIIe ASSEMBLÉE [G]ÉNÉRALE DE L'UNION INTERNATIONALE DE TRAMWAYS ET DE [C]HEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL (VIENNE, 5, 6, 7 ET 8 SEPTEMBRE 1904.)

I. — Principes d'après lesquels doivent être établis les [fo]nds de renouvellement dans les exploitations électriques de tramways et de chemins de fer d'intérêt local. (Rapport de M. Haselmann, directeur de la Compagnie des chemins fer vicinaux d'Aix-la-Chapelle.)

II. — Contrôle des billets de correspondance dans les exploitations de tramways électriques. (Rapport de MM. J. Grialou, directeur de la Compagnie des omnibus et tramways de Lyon; A. Janssen, secrétaire général et directeur aux tramways bruxellois; E. Lavalard, administrateur délégué de la Compagnie générale des omnibus, Paris; Von Pirch (rapporteur), directeur des tramways électriques de Barme-Elberfeld et H. Vellguth (co-rapporteur), secrétaire de l'Association allemande de tramways et de chemins de fer d'intérêt local.)

III. — Avantages et inconvénients des différents systèmes de freins pour tramways électriques. (Rapport de M. Scholte, directeur des tramways de Nuremberg-Fürth.)

IV. — Moyens de protection pour parer au danger de la chute des fils téléphoniques et autres sur le fil de trolley. (Rapport de M. Petit, ingénieur en chef de la Société nationale de chemins de fer vicinaux, Bruxelles.)

V. — Avantages et inconvénients de l'emploi des voitures de remorque dans les exploitations urbaines électriques. (Rapport de M. Pavie, directeur général de la

Compagnie générale française de tramways, Paris.)

VI. — Économies à réaliser dans la consommation de courant des voitures dans les exploitations électriques (Rapport de M. Klitzing, directeur de la Compagnie des tramways de Magdebourg.)

VII. — Avantages et inconvénients de la traction électrique comparée à la traction à vapeur sur les lignes de chemins de fer d'intérêt local. (Rapport de M. Luithlen, commissaire en chef de l'inspection générale des chemins de fer autrichiens, Vienne.)

VIII. — Forme (courant triphasé, monophasé ou continu) et tension de courant pour chemins de fer d'intérêt local à traction électrique. (Rapport de M. Pforr, ingénieur en chef à l'Union-Elektricitæts-Gesellschaft, Berlin.)

IX. — Superstructure de la voie pour lignes de chemins de fer d'intérêt local à traction à vapeur. (Rapport de M. C. de Burlet, directeur général de la Société nationale des chemins de fer vicinaux, Bruxelles.)

X. — Législation comparée des tramways et des chemins de fer d'intérêt local dans les différents pays d'Europe. (Communication de M. R.-H. Scotter, ingénieur civil à Londres.)

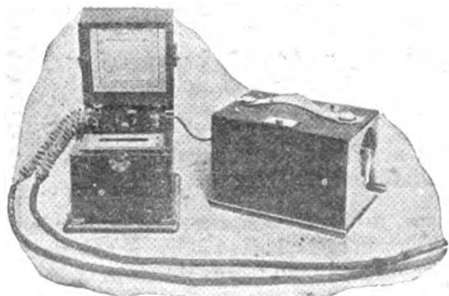
XI. — Schéma de comptabilité et rapport mensuel d'exploitation pour les entreprises de tramways électriques. (Rapport de MM. Géron, directeur de la Compagnie des tramways de Cologne (en liquid.), rapporteur; Haselmann, directeur de la Compagnie des chemins de fer vicinaux d'Aix-la-Chapelle; L. Janssen, directeur général de la Société « les Tramways bruxellois », J. Kessels, directeur de la Société générale des chemins de fer économiques, Bruxelles; E. Lavalard, administrateur délégué de la Compagnie générale des omnibus, Paris, et E.-A. Ziffer, président du Conseil d'administration des chemins de fer de la Bukowina, Vienne.)

XII. — Contrôle des installations électriques et entretien des fils de trolley. (Communication de M. G. Pédriali, ingénieur-chef du service électrique de la Société « les Tramways bruxellois ».)

XIII. — De l'emploi de voitures automobiles et automotrices sur les lignes de chemins de fer d'intérêt local. (Communication de M. E.-A. Ziffer, président du Conseil d'administration des chemins de fer de la Bukowina, Vienne.)

XIV. — Réglementation relative aux essais de réception à imposer aux moteurs de tramways. (Projet de réglementation présenté par MM. G. Kapp, secrétaire général de l'Association allemande des électriciens, rapporteur; G. Rasch, professeur à l'Ecole polytechnique d'Aix-la-Chapelle, co-rapporteur; Blondel, professeur à l'Ecole des ponts et chaussées, Paris; E. d'Hoop, directeur du service technique à la Société « les Tramways bruxellois »; Macloskie, ingénieur en chef à l'Union Elektricitæts-Gesellschaft; Schwinburne, président de l'Association anglaise des électriciens, Londres, et Wyssling, professeur à l'Ecole polytechnique de Zurich.)

XV — Législation allemande en faveur des classes ouvrières (assurance contre la maladie, assurance contre les accidents, assurance contre l'invalidité et la vieillesse) et son importance pour les desservants des entreprises de tramways et de chemins de fer d'intérêt local; comparaison avec les régimes d'assurance institués dans les différents



pays d'Europe. (Communication de M. Gorella, secrétaire de la Corporation professionnelle des tramways et chemins de fer d'intérêt local allemands « Strassen-und Kleinbahn-Berufsgenossenschaft », Berlin.)

XVI. — Mesures à prendre pour empêcher l'influence des tramways électriques sur les appareils de mesure dans les instituts de physique et d'électrotechnie. (Commmunication de M. Bjorkegren, ingénieur en chef à la Compagnie générale des tramways de Berlin « Grosse Berliner Strassenbahn-Gesellschaft ».)

* * *

Syndicat professionnel des Industries d'Électricité.

Le 4 juin, a eu lieu, à 2 heures, dans la grande salle des Ingénieurs civils, l'Assemblée générale et le Congrès en séance publique annuelle du Syndicat professionnel des usines d'électricité, sous la présidence de M. Genty, inspecteur général des Ponts et Chaussées. Il y a été traité par M. Chaumat, sous-directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité, de la télégraphie sans fil; du radium, par M. le Dr Foveau de Courmelles; du chauffage des fours de boulangerie par l'électricité, par M. Le Roy, etc. Le soir, un banquet chez Ledoyen, présidé par M. Chapsal, délégué de M. le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, a réuni les adhérents du Syndicat et leurs invités.

* * *

Demandes d'emploi.

Nous recommandons tout particulièrement aux lecteurs de l'*Electricien* qui pourraient avoir besoin de mécaniciens

et de monteurs, les mécaniciens de la marine dont les noms suivent et qui ont terminé leur service militaire. Tous ces mécaniciens sont particulièrement bien notés et recommandables à tous égards.

Quartiers-maîtres mécaniciens.

Chambon (Antoine), 11, rue de Paris, Denain.
Favennec (Pierre), quai de Nantes, Chateaulin.
Lagadec (Jean), chez M. Le Gall, Lanvellec (Côtes-du-Nord).
Langlois (Albert), 49, rue de la Tombe-Issoire, Paris.
Launay (Louis), Josselin (Morbihan).
Mossière (Edmond), 35, rue de l'Arsenal, Marseille.
Odinot (Joseph), aux Croix-Ferry. par Rambervillers (Vosges).
Ricard (Jean), chez M. Bienaimé, 35, rue Larochefoucauld, Boulogne-sur-Seine.
Ulrich (Rémi), 3, rue de l'Union, Cherbourg.
Vinet (Louis), Magnac-sur-Touvre (Charente).

Mécanicien-ajusteur.

Duhaubois (Laurent), rue Thiers prolongée, Denain.

Quartiers-maîtres torpilleurs.

Dupuis (Georges), 29, rue Massillon, Le Havre.
Ravarit (Abel), 17, rue Navarin, Paris.

Matelot torpilleur.

Maheux (Louis), Saint-Sauveur-Lendelin (Manche).

***

Les transports en commun dans Paris et le département de la Seine.

La Commission chargée par le ministre des travaux publics d'étudier les moyens de réorganiser les concessions de lignes de tramways du département de la Seine dites de « pénétration » et le réseau exploité par la Compagnie générale des omnibus va reprendre bientôt ses travaux, interrompus par le renouvellement du Conseil général de la Seine. Il est probable que le conseil général de la Seine sera saisi, soit dans sa prochaine session, soit dans sa session budgétaire, des propositions que le ministre des travaux publics lui soumettra comme conclusion aux travaux de sa commission.

Bagages non accompagnés

Les sept grands réseaux de chemins de fer français ont mis à l'essai, depuis deux ans, un tarif permettant l'expédition, à titre de bagages, des objets à l'usage personnel des voyageurs de commerce, non accompagnés.

Ces dispositions (tarif G. V. 110) permettent aux voyageurs (touristes, bicyclistes, automobilistes, etc.) de se faire adresser, à l'avance, dans les gares de leur itinéraire, ceux de leurs bagages dont ils n'ont pas jugé nécessaire de se faire accompagner.

La faveur avec laquelle cette innovation a été accueillie du public a engagé les Compagnies à maintenir ce tarif à titre définitif.

BREVETS D'INVENTION

Liste communiquée par l'Office Emile Barrault, fondée en 1856
17, boulevard de la Madeleine, Paris.

339.593. — Société de métallurgie électrotechnique. — Four à arc électrique (14 janv. 1904).

339.636. — Dauvey. — Perfectionnement aux appareils téléphoniques (15 janv. 1904).

339.643. — Stoïcheff. — Transmission synchronique électrique pour horloges (16 janv. 1904).

339.657. — Csanyi et de Barczay. — Pile primaire (16 janv. 1904).

339.672. — Deutsche Tiefbohr Act. Ges. — Appareil électrique pour sondages verticaux par secousses (18 janvier 1904).

339.679. — Postans. — Appareil d'allumage électrique pour moteurs à combustion interne (18 janv. 1904).

339.682. — Graham. — Appareil téléphonique (18 janvier 1904).

339.684. — Ernst Heinrich Gest Electricitæts. — Racloir pour séparateurs électro-magnétiques (18 janv. 1904).

338.765. — Crozemarie. — Gaine pour conducteurs électriques (23 avril 1903).

338.768. — Faller. — Système téléphonique semi-automatique (19 sept 1903).

338.770. — Weintraub. — Utilisation et redressement les courants alternatifs (23 nov. 1903).

339.711. — Arnold Magnetic Clutch. — Embrayage ou enrayage magnétique (19 janv. 1904).

339.713. — Delplanque. — Accumulateur (19 janv. 1904).

339.721. — Cooper-Hewitt Electric C°. — Appareil électrique à gaz et à vapeurs (19 janv. 1904).

339.721. — Le Pontois. — Production des étincelles dans les moteurs à explosion (20 janv. 1904).

339 736. — Williams. — Production de charges électriques (20 janv. 1904).

339.739. — Winter. — Perfectionnement aux téléphones (20 janv. 1904).

339.740. — Magrini. — Redresseur de courants (20 janvier 1904).

339.743. — Giraud. — Signaux automatiques pour voies électriques (20 janv. 1904).

339.754. — Fabrik Elektrischer Zünder. — Pile sèche (21 janv. 1904).

339.765. — Van Inwagen. — Horloge électrique (21 janvier 1904).

339 808 — Elieson. — Plaque pour accumulateur électrique (22 janv. 1904).

339.815. — Néel. — Compteur de temps pour l'étalonnage des compteurs électriques (22 janv. 1904).

339.832. — Bomsel et Cie. — Pile électrique à un seul liquide; application aux ceintures électriques (23 janvier 1904).

339.855. — Bastian et Partners. — Lampe électrique à vapeur (23 janv. 1904).

339 872. — Sprinzal et Fischer. — Lampe à arc sans régulateur (25 janv. 1904).

339.898. — Kroeber. — Automobile électrique (26 janvier 1904).

339.937. — Mitscherling. — Perfectionnement aux avertisseurs électriques (27 janv. 1904).

339.942. — Braun. — Four électrique et rotatif et oscillant (27 janv. 1904).

339.948. — Burri, Potterat et Weiler. — Pince pour serrer les fils conducteurs (27 janv. 1904).

339.953. — Wolf. — Allumeur électrique pour lampes de mineur (27 janv. 1904).

339.966. — Varley Duplex Magney Co. — Bobine d'induction (15 janv. 1904).

339.673. — Ducretet. — Transformateur d'induction pour télégraphie sans fil (28 janv. 1904).

339 988. — Peirce. — Transmetteur télégraphique (28 janv. 1904).

340.001. — De la Valette. — Perfectionnement à l'allumage électrique des moteurs à explosion (28 janv. 1904).

340.009. — Taillefer et Cie. — Electrode en zinc pour pile (28 janv. 1904).

340.062. — Gerdes. — Commande de dynamos pour l'éclairage des trains (30 janv. 1904).

340.082. — Aron. — Bobine auxiliaire pour compteurs d'électricité (1er fév. 1904).

340 083. — Aron. — Compteur d'électricité (1er fév. 1904).

340.088. — Hauptmann. — Appareil d'allumage électromagnétique (1er fév. 1904).

340.125. — Cooper-Hewitz. — Production des courants électriques oscillatoires (2 fév. 1904).

340 139. — Alder. — Commutateur électrique automatique (3 fév. 1904).

340.158. — Rosen. — Cloche protectrice d'amenage de courant pour câble électrique (3 fév. 1904).

340 164. — Richard. — Galvanomètre (3 fév. 1903).

340.174. — Hirsh. — Raccordement pour conducteurs électriques (4 fév. 1904).

340.184. — Sautter, Harlé et Cie. — Compoundage des alternateurs (4 fév. 1904).

340.191. — Pinet. — Eclairage électrique des pianos (5 fév. 1904).

340.211. — Guillaud. — Vérification des sonneries électriques (10 fév. 1904).

340 252. — Bureau. — Lampe à arc électrique (8 fév. 1904).

340.253. — Société des diffuseurs lumineux électriques Bonhivers. — Lampe à arc (8 fév. 1904).

340 279. — Blood. — Dispositif empêchant la formation d'arcs voltaïques dans les appareils électriques (9 fév. 1904).

340.301. — Guenet. — Trembleur rapide pour bobine d'induction (9 fév. 1904).

340.317. — Bosquet. — Fabrication électrolytique des chemins de circulation d'eau des cylindres de moteurs à explosion (10 fév. 1904).

340.329. — Société anonyme l'Electrique. — Voiture électrique (14 janv. 1904).

340.347. — Raudall. — Télégraphie électrique (10 février 1904).

340.348. — Kratz-Boussac. — Sonnette électrique (10 fév. 1904).

340.386. — Société industrielle des téléphones. — Rhéostat à ailettes (13 fév. 1904).

338.783. — Plagnard. — Multiplicateur d'énergie électrique (4 mai 1903).

***

Certificat d'addition ajournée.

320.686. — Société de matériel téléphonique (Aboilard et Cie). — Réseau téléphonique à batterie centrale (15 avril 1903).

***

Certificats d'additions.

335.521. — Perret. — Moteur électrique à double court-circuit (11 fév. 1904).

328.181. — Société civile du nouvel accumulateur électrique Oblasser-Théryc. — Accumulateur électrique (1er mars 1903).

ADRESSES UTILES

Alliot (R.) et Rol, 38, rue de Reuilly, Paris. — Fils et ıbles.

Avtsine et Cie, 12 *bis*, avenue des Gobelins, Paris. — ica, micanite, papiers isolants.

Accumulateur Phénix, 27, rue Cavé, Levallois-Per- t (Seine).

Belleville, à Saint-Denis (Seine). — Générateurs Bel- ville. — Moteurs à vapeur à grande vitesse.

Boudreaux (L.), 8, rue Hautefeuille, Paris. — Balais uilletés pour dynamos.

Cadiot (E. H.) et Cie, 12, rue Saint-Georges, Paris. — ppareils de mesure électriques.

Chaufler (J.), à Esternay (Marne). — Manufacture de rcelaine pour électricité.

Chauvin et Arnoux, 186, rue Championnet, Paris. — ppareils de mesure.

Compagnie anonyme continentale, ci-devant J. runt et Ce, 9, rue Pétrelle, Paris. — Compteurs d'énergie ectrique, système L. Brillié.

Compagnie électrique parisienne, 23, avenue Par- entier, Paris. — Lampes à arc. Brevets Klostermann.

Compagnie française des accumulateurs élec- riques « Union », 27, rue de Londres, Paris. — Batteries toutes puissances

Compagnie française des moteurs à gaz et des onstructions mécaniques, 155, rue Croix-Nivert, Paris. Moteurs Otto.

Compagnie française pour l'exploitation des revets Thomson-Houston, 10, rue de Londres, Paris. lairage et traction électriques. — Transmission d'énergie.

Compagnie générale de constructions électri- ues, anciens ateliers Houry et Cie et Vedoveli et Priestley, rue de Provence Paris. — Câbles, fils, appareillage, atériel de traction électrique.

Compagnie générale d'électricité de Creil, 27 et 29, rue de Chateaudun Paris, — Matériel à courant continu, simple et triphasé de toutes puissances.

Compagnie internationale d'électricité, 141, rue Lafayette, Paris. — Dynamos. — Moteurs. — Tranforma- teurs.

Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, 16, et 18, boulevard Vaugirard, Paris. — Compteurs d'électricité. — Compteurs d'eau. — Appareillage électrique.

Compteurs d'énergie électrique, système Aron, 200, quai de Jemmapes, Paris.

Darras (A.), 123, boulevard Saint-Michel, Paris. — Compteurs de tours.

Digeon (Louis) et Cie (G. Mambret et Cie, successeurs), 25, rue de la Montagne-Sainte-Geneviève, Paris. — Poste téléphonique et microtéléphonique. Transmetteurs, gal- vanomètres à haute sensibilité.

Dinin (Alfred), 2, quai National, à Puteaux (Seine). — Accumulateurs électriques.

Electrométrie usuelle, manufacture d'appareils de mesures électriques, 81, boulevard Voltaire, Paris.

Ellison (Georges), 23, rue de l'Entrepôt, Paris. — Appa- reillage et fournitures pour constructions électriques.

Espir (L.), 11 *bis*, rue de Maubeuge, Paris. — Fils et cables. — Appareils de laboratoire et de mesure. — Piles.

Faber (A.-W.), 55, boulevard de Strasbourg, Paris. — Règles à calculer.

Fabius Henrion, Nancy, maison à Paris, 113, rue Réau- mur. — Dynamos. — Lampes à arc. — Charbons. — Lampes à incandescence. — Fils et câbles. — Balais en charbon « graphitique ».

Farcot Frères et Cie, à Saint-Ouen, Paris. — Ma- chines à vapeur, dynamos.

Fulmen, 18, quai de Clichy, Clichy (Seine). — Accumu- lateurs électriques.

François (L.), Grellou (A.) et Cie, 43, rue des Entre- preneurs, Paris-Grenelle. — Câbles et conducteurs élec- triques.

Gabriel et Angenault, 10, rue Gaillon, Paris. — Lampes à incandescence.

Genteur (J.-A.), 77, rue Charlot, Paris. — Manufacture d'appareils électriques.

Gianoli et **Lacoste**, 26, boulevard Magenta, Paris. — Fils et câbles, appareillage et instruments de mesure.

Grammont (É. C.), à Pont de Chérui (Isère). — Fils et câbles. — Dynamos et transformateurs.

Guénée (Albert) et Cie, 14 et 16, rue des Bois, Paris — Appareillage électrique.

Jacquet frères, à Vernon Eure). — Accumulateurs dynamos et moteurs.

Jandus, 35, rue de Bagnolet. — Lampes à arc à longue durée.

Heller (Richard-Ch.) et Cie, 18, cité Trévise. — Appareils de mesures et de précision. — Charbons à lumière. — Appareils de distribution pour lumière.

Himmelsbach Frères, à Fribourg (Bade). Ad. **Seghers**, agent général, 7, rue Scribe, Paris. — Poteaux injectés.

Lange (F.-A.), 1, boulevard Voltaire, Paris. — Maillechort, Nickel et Rhéotane en fils et planés.

Lœvenbruck (E.), à Maromme (Seine-Inférieure). — Dynamos. — Installations d'éclairage électrique.

« Le Dubel », tampons en bois. — E. Schmitt, concessionnaire, 60, avenue de la République.

Olivier et Cie, à Besançon et Ornans (Doubs). — Matériel électrique.

Parvillée frères et Cie, 29, rue Gauthey, Paris. — Porcelaines et ferrures pour l'électricité.

Palewski et Cie (M.), 6, Square Pétrelle, Paris. — Ampèremètres, Voltmètres, Ohmmètres, Wattmètres, etc.

Pitot (L.) et Leroy (E.) (A. et M.), 44, rue Lafayette, Paris. — Machine à vapeur à grande vitesse Carels.

Roger (Ch.), 35, rue de Tolbiac, Paris. — Ivorine.

Richard frères, Jules Richard ✱, successeur 25, ie Mélingue, Paris. — Instruments de mesure. — Appa-ils enregistreurs.

Sautter, Harlé et Cie, 26, avenue de Suffren, Paris. — clairage électrique. — Transport de force.

Société des Établissements Singrün, à Epinal 'osges). — Turbines Hercule Progrès.

Société centrale d'électricité et de Lampes à candescence, 10, rue Taitbout, Paris. — Lampes à candescence.

Société d'exploitation des câbles électriques, sys. me Berthoud-Borel et Cie, 11, rue Chemin du Pré-Gaudry, Lyon. — Câbles électriques.

Société anonyme des établissements Adt, à Pont-Mousson (Meurthe-et-Moselle). — Articles isolants en rton comprimé et laqué pour constructions et installa-ns électriques.

Société anonyme Électricité et Hydraulique, rue Labruyère, Paris. — Groupes électrogènes, Traction ctrique, Perforatrices, Appareils de levage, etc.

Société anonyme Mors, 48, rue du Théâtre. Paris. — égraphie sans fil, système Rochefort.

Société anonyme réunie d'électricité de Vienne de Budapest. A. Lehmann, agent général, 49, avenue tor-Hugo, Paris. — Matériel électrique pour Eclairage, ce et Traction.

Société française d'électricité A. E. G., 20 et 22, Richer, Paris. — Dynamos, alternateurs, lampes, appa-lage, moteurs.

Société du Flamand, 9, rue des Tanneries, à Bordeaux. ouleures.

Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — Dyna-Lampes. Applications diverses de l'électricité.

Société industrielle d'électricité, procédés Westinghouse, 45, rue de l'Arcade, Paris. — Eclairage et traction électriques. — Dynamos, Transformateurs, Alternateurs.

Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — Constructions électriques. — Câbles électriques.

Tudor (Accumulateurs), 48, rue de la Victoire, Paris.

Ullmann (Jacques), 16, boulevard Saint-Denis, Paris. — Ventilateurs électriques.

Gazette de l'Électricien

AVIS IMPORTANT

*Toutes les communications et lettres relatives à la rédaction de l'*Electricien *doivent être adressées à M. J.-A. Montpellier, rédacteur en chef, 3, rue Lecourbe, Paris, 15°.*

Tout ce qui concerne l'Administration (abonnements, réclamations, changements d'adresse, annonces, etc.), doit être adressé à la librairie Vve Charles Dunod, 49, quai des Grands-Augustins, Paris. (Téléphone n° 819-38.)

M. Montpellier reçoit, 49, quai des Grands-Augustins le samedi, de 4 à 6 heures.

Suppression de la fumée.

Le *Moniteur de l'Industrie du gaz* publie à ce sujet une communication de M. Koning, inspecteur à Breslau, à l'Association des ingénieurs gaziers de la Silésie :

En présence de l'intérêt que prennent les administrations de l'Etat et les conseils municipaux à la suppression de la fumée et de la suie, on cherche partout à améliorer les installations de chauffage qui ne permettent généralement, jusqu'à présent, que l'utilisation imparfaite du combustible. L'importance de l'inconvénient de la fumée et de la suie ne dépend cependant pas uniquement de la consommation de combustible, mais toute une série de circonstances y contribue : climat humide, situation locale désavantageuse, grande activité industrielle et surtout la qualité des combustibles employés. Il est établi que là où l'on utilise des charbons maigres, du coke et des briquettes, l'incommodité de la fumée reste dans des limites supportables; que dans les villes, au contraire, où l'on brûle des charbons gras, et notamment du lignite de Bohême, l'atmosphère est complètement infectée. Les villes qui ont le moins à souffrir de la fumée sont celles où l'on se sert du gaz d'éclairage pour la cuisine et le chauffage. Le choix du combustible a donc une importance capitale; malheureusement, dans les cercles techniques eux-mêmes, on n'est pas d'accord sur les causes du développement des fumées et sur la manière d'y remédier.

En premier lieu, il faut commencer par se rendre exactement compte des réactions qui se produisent dans le

PARIS. — L. DE SOYE ET FILS, IMPRIMEURS, 18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES.


32101 045751003

